



TUGAS AKHIR - MN141581

**DESAIN KONVERSI *BARGE* MENJADI SEKOLAH
MENENGAH ATAS DI PULAU KELAPA, KEPULAUAN
SERIBU**

**Dana Putri Sarira
NRP 4112100079**

**Dosen Pembimbing
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



TUGAS AKHIR - MN141581

**DESAIN KONVERSI *BARGE* MENJADI SEKOLAH
MENENGAH ATAS DI PULAU KELAPA, KEPULAUAN
SERIBU**

**Dana Putri Sarira
NRP 4112100079**

**Dosen Pembimbing
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



FINAL PROJECT - MN141581

CONVERSION OF DECK *BARGE* INTO FLOATING HIGH SCHOOL FOR KELAPA ISLAND OF SERIBU ISLANDS

**Dana Putri Sarira
NRP 4112100079**

Supervisors

**Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN KONVERSI *BARGE* MENJADI SEKOLAH MENENGAH ATAS DI PULAU KELAPA, KEPULAUAN SERIBU

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

DANA PUTRI SARIRA
NRP 4112100079

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing II



Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.
NIP 19761029 200212 1 003

Dosen Pembimbing I



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 14 JULI 2017

LEMBAR REVISI

DESAIN KONVERSI *BARGE* MENJADI SEKOLAH MENENGAH ATAS DI PULAU KELAPA, KEPULAUAN SERIBU

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 6 Juli 2017

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

DANA PUTRI SARIRA
NRP 4112100079

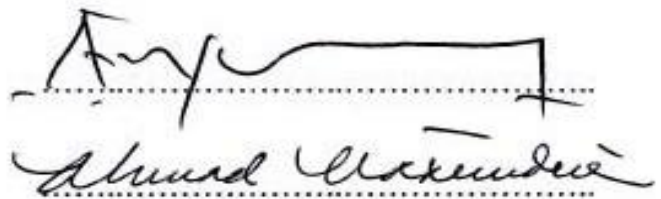
Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Dony Setyawan, S.T., M.Eng.
2. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
3. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
2. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.



SURABAYA, 14 JULI 2017

For them who stay by my side even when they see no hope

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Desain Konversi *Barge* Menjadi Sekolah Menengah Atas di Pulau Kelapa, Kepulauan Seribu”.

Selama pengerjaan Tugas Akhir penulis mendapatkan banyak dukungan, bimbingan, bantuan, serta saran-saran dari beberapa pihak. Untuk itu tidak lupa pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng. dan Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan meluangkan waktu, membagikan ilmu dan memberikan arahan dalam pengerjaan Tugas Akhir, serta (Alm) Prof. Ir. Djauhar Manfaat yang memberikan dukungan dan motivasi dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Ir. Achmad Zubaydi, M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Wali penulis yang telah memberikan arahan selama menjalani perkuliahan di Departemen Teknik Perkapalan ITS.
3. Kedua orang tua penulis, adik-adik, dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan, hiburan, dan semangat.
4. Bapak Akhmad Subhan dan Bapak Iman beserta karyawan/ti dari PT. Marine CadCam Indonesia yang telah membantu penulis untuk mendapatkan data *barge* dan membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
5. Teman-teman yang telah mendukung, menyemangati, menghibur, dan menemani penulis, Farah, dan teman-teman P52 – FORECASTLE, Nurin, Putri, Febriani, Dhimas, Yoga, Syaghaf, dan teman-teman lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat diterima dan bermanfaat sebagai referensi bagi banyak pihak.

Surabaya, 19 Juni 2017

Dana Putri Sarira

DESAIN KONVERSI *BARGE* MENJADI SEKOLAH MENENGAH ATAS DI PULAU KELAPA, KEPULAUAN SERIBU

Nama Penulis : Dana Putri Sarira
NRP : 4112 100 079
Departemen/Fakultas : Teknik Perkapalan/Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
2. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

ABSTRAK

Daerah Pulau Kelapa di Kepulauan Seribu hingga saat ini belum memiliki Sekolah Menengah Atas (SMA). Dengan keterbatasan lahan, maka sekolah dibangun di atas sebuah *barge* yang dikonversi. Tugas Akhir ini bertujuan untuk melakukan analisis baik secara teknis maupun ekonomis mengenai konversi *barge* menjadi sekolah apung (*floating school*). Pada pengerjaan awal, dipilih *barge* yang sudah ada dan telah beroperasi. *Barge* yang dipilih dapat menampung 9 (sembilan) unit ruang belajar. Pada analisis teknis, modifikasi yang dilakukan berupa pembuatan *General Arrangement* baru, perhitungan *freeboard*, *tonnage*, stabilitas serta *trim* dari sekolah apung. Modifikasi yang dilakukan pada *barge* berupa penambahan 2 (dua) lantai ruangan pada geladak *barge* dengan fasilitas 9 unit ruang kelas, 1 unit perpustakaan, 1 unit ruang guru yang dilengkapi dengan ruang kepala sekolah, ruang arsip, beserta ruang bimbingan konsultasi siswa, 1 unit ruang kesehatan, 1 unit kafeteria, 1 unit tempat ibadah, 4 unit toilet dengan masing-masing 2 unit toilet perempuan dan 2 unit toilet laki-laki, serta 1 unit laboratorium IPA yang dilengkapi dengan 3 unit gudang penyimpanan. Fasilitas dari sekolah apung ini disesuaikan dengan Peraturan Menteri No.24 Tahun 2007 tentang Standar Sarana dan Prasarana untuk Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah (SD/Mi), Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah (SMP/MTs), dan Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (SMA/Ma) yang disesuaikan kembali dengan kondisi dari *barge*. Tinggi *freeboard* minimum 771.28 mm dengan sarat maksimum 2.38 m, serta besar *tonnage* kapal 3182 GT. Kondisi stabilitas sekolah apung memenuhi kriteria *Intact Stability (IS) Code Reg. III/3.1*. Desain *Safety Plan* dibuat sesuai dengan kriteria SOLAS 1974 dengan penambahan 353 *lifejacket*, 12 *lifebuoys*, dan 16 *liferafts*. Sekolah apung ditambatkan pada jarak 9 m dari dermaga. Pada analisis ekonomis, dilakukan perhitungan besarnya biaya kapal dengan biaya yang diperkirakan sebesar Rp 14,6 miliar.

Kata kunci: Konversi kapal, *barge*, sekolah apung, sekolah, Sekolah Menengah Atas, Pulau Kelapa, Kepulauan Seribu

CONVERSION OF DECK BARGE INTO FLOATING HIGH SCHOOL FOR KELAPA ISLAND OF SERIBU ISLANDS

Author Name : Dana Putri Sarira
Student ID. Number : 4112 100 079
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering/Marine Technology
Supervisor : 1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
2. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

ABSTRACT

Kelapa Island, one of existing Island on Seribu Islands, still having insufficient educational support for not all of the educational levels exist on the Island. With insufficient area to be built as a school, a converted barge is used. The purpose of this final project is to analyze both technically and economically the conversion of barge into a floating school. Existing barge chosen has the capacity to hold 9 unit classrooms. For the technical analysis, the existing general arrangement of barge has been modified into the general arrangement of floating school. The calculations of freeboard, tonnage, stability, and trim are also been done. An addition of two floored building is applied to the deck of the barge. The building consists of 9 units classrooms, 1 unit library, 1 unit teachers' room which consists of headmaster's office, archive room, and counseling room, 1 unit health room, 1 unit cafeteria, 1 unit praying room, 4 units restrooms consists of 2 units ladies' restroom and 2 units gents' restrooms, and 1 unit science laboratory consists of 3 storage rooms. Facility of the floating school is made based on 'Peraturan Menteri Pendidikan No.24 Tahun 2007', regulating the standard of Equipments and Infrastructures for Elementary School/Madrasah Ibtidaiyah, Middle School/Madrasah Tsanawiyah, and High School/Madrasah Aliyah which adjusted with the existing condition of barge. The minimum height of freeboard is 771.28 mm with maximum draft 2.38 m. The gross tonnage of the floating school is 3128 GT. The stability condition of floating school fulfils the criteria of Intact Stability (IS) Code Reg. III/3.1. Design of the floating school's safety plan is made based on the criteria of SOLAS 1974, with additions of 353 lifejackets, 12 lifebuoys, and 16 life rafts. The floating school is moored 9 m from the dock. For the economic analysis, calculation of the ship conversion's process reaches the number of IDR 14.6 billion

Keywords: ship's conversion, barge, floating school, school, high school, Kelapa Island, Seribu Islands

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR REVISI.....	iv
PERUNTUKAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah.....	2
I.3. Tujuan	2
I.4. Batasan Masalah	2
I.5. Manfaat	3
I.6. Hipotesis	3
BAB II STUDI LITERATUR	5
II.1. Landasan Teori.....	5
II.1.1 Lokasi Pulau Kelapa	5
II.1.2 Pendidikan di Pulau Kelapa.....	6
II.2. Tinjauan Pustaka	10
II.2.1. Tinjauan Umum Sekolah	10
II.2.2. Sekolah Apung	19
II.2.3. <i>Barge</i>	22
II.2.3.1 Definisi <i>Barge</i>	22
II.2.4. Konversi Kapal	26
II.2.5. Stabilitas	27
II.2.6. Lambung Timbul (<i>Freeboard</i>)	32
II.2.7. Perencanaan <i>Safety Plan</i>	34
II.2.8. <i>Mooring System</i> (Sistem Tambat)	42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	45
III.1. Diagram Alir	45
III.2. Tahap Pengerjaan.....	46
BAB IV ANALISIS TEKNIS	49
IV.1. Pendahuluan.....	49
IV.2. Pemilihan <i>Barge</i>	49
IV.3. Analisis Data <i>Barge</i> Sebelum Konversi	51
IV.3.1. Pemodelan Lambung <i>Barge</i>	52
IV.3.2. Pemeriksaan Ukuran Model dan Kapal Sebenarnya.....	56
IV.4. Modifikasi <i>Deck</i> dari <i>Barge</i> Menjadi Sekolah Apung	58
IV.4.1. Penentuan Luas Ruang Kelas.....	58
IV.4.2. Penentuan Luas Laboratorium	59

IV.4.3. Penentuan Luas Perpustakaan.....	59
IV.4.4. Penentuan Luas Ruang Guru	60
IV.5. Perhitungan <i>Displacement</i>	60
IV.6. Perhitungan Titik Berat Kapal.....	63
IV.7. Perhitungan Tonase	70
IV.8. Perhitungan Lambung Timbul (<i>Freeboard</i>).....	72
IV.9. Pemeriksaan Kondisi Stabilitas & <i>Trim</i>	73
IV.9.1. Pemeriksaan Kondisi Stabilitas	76
IV.9.2. Pemeriksaan Kondisi <i>Trim</i>	79
IV.10. Perencanaan Keselamatan Kapal.....	80
IV.10.1. <i>Life Saving Appliances</i>	80
IV.10.2 <i>Fire Control Equipment</i>	85
IV.11. Sistem Tambat	86
BAB V ANALISIS BIAYA	89
V.1. Pendahuluan.....	89
V.2. Perhitungan Biaya Reparasi Sebelum Konversi	89
V.3. Perhitungan Lama Waktu Konversi.....	89
V.5. Perhitungan Estimasi Biaya Konversi	91
BAB VI SARAN DAN KESIMPULAN.....	97
VI.1. Kesimpulan.....	97
VI.2. Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA.....	99
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A <i>LINES PLAN</i>	
LAMPIRAN B <i>GENERAL ARRANGEMENT</i> SEKOLAH APUNG	
LAMPIRAN C DESAIN <i>SAFETY PLAN</i> SEKOLAH APUNG	
LAMPIRAN D PERHITUNGAN TITIK BERAT KAPAL	
LAMPIRAN E PERHITUNGAN <i>FREEBOARD</i> KAPAL SESUDAH KONVERSI	
LAMPIRAN F PERHITUNGAN STABILITAS & <i>TRIM</i> KAPAL SESUDAH KONVERSI	
LAMPIRAN G PERHITUNGAN <i>TONNAGE</i>	
LAMPIRAN H PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMIS	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Lokasi Pulau Kelapa	5
Gambar II. 2 Pulau Kelapa, Kepulauan Seribu	5
Gambar II. 3 Kondisi di Dermaga Pulau Kelapa	6
Gambar II. 4 Sekolah Dasar Negeri Pulau Kelapa 2 PG	8
Gambar II. 5 <i>Traditional Type Classroom Aarrangement</i>	17
Gambar II. 6 <i>Horseshoe Classroom Arrangement</i>	18
Gambar II. 7 <i>Modular Classroom Arrangement</i>	19
Gambar II. 8 Sekolah Apung di Bangladesh	20
Gambar II. 9 Suasana di Dalam Sekolah Apung	21
Gambar II. 10 <i>Makoko Floating School</i>	21
Gambar II. 11 <i>Barge Berisi Muatan yang Ditarik Oleh Sebuah Tugboat</i>	23
Gambar II. 12 <i>Deck Cargo Barge</i>	24
Gambar II. 13 <i>Tank Barge</i>	24
Gambar II. 14 <i>Car Barge</i>	25
Gambar II. 15 <i>Accommodation Barge</i>	26
Gambar II. 16 Sketsa Momen Penegak atau Pengembali	29
Gambar II. 17 Kondisi Stabilitas Positif	30
Gambar II. 18 Kondisi Stabilitas Netral	30
Gambar II. 19 Kondisi Stabilitas Negatif	31
Gambar II. 20 Kategori <i>Lifebuoy</i>	36
Gambar II. 21 Spesifikasi Gambar <i>Life Jacket</i>	37
Gambar II. 22 Contoh <i>Davit Operated Lifeboat</i>	38
Gambar II. 23 <i>Freefall Lifeboat</i>	38
Gambar II. 24 <i>Liferaft</i>	39
Gambar II. 25 Tanda <i>Muster Station</i>	40
Gambar II. 26. <i>Mediterranian Mooring System</i>	42
Gambar II. 27. <i>Single Point Mooring System</i>	43
Gambar II. 28. <i>Ship to Ship Transfer Mooring System</i>	44
Gambar III. 1 Diagram Alir	46
Gambar IV. 1 Grafik Jumlah Pelajar SMA di Pulau Kelapa dan Pulau Harapan	50
Gambar IV. 2 <i>Linesplan Barge</i>	51
Gambar IV. 3. Hasil <i>Import Sheer Plan</i> di <i>Maxsurf</i>	53
Gambar IV. 4. Penentuan Posisi <i>Zero Point</i>	53
Gambar IV. 5. Pengaturan <i>Grid Spacing</i>	54
Gambar IV. 6. Proses Perubahan Skala Gambar pada Pandangan <i>Plan</i>	54
Gambar IV. 7. Perubahan Skala pada Pandangan <i>Body Plan</i>	55
Gambar IV. 8. Penambahan <i>Control Point</i>	56
Gambar IV. 9. Hasil Pemodelan Lambung dari <i>Barge</i>	56
Gambar IV. 10. Data Hidrostatik Model <i>Barge</i>	57
Gambar IV. 11. <i>General Arrangement</i>	58

Gambar IV. 12. <i>General Arrangement</i> Sekolah Apung	60
Gambar IV. 13 Perhitungan KG	64
Gambar IV. 14. Kotak Dialog <i>Section Calculation Options</i>	74
Gambar IV. 15. Kotak Dialog Kriteria Stabilitas	77
Gambar IV. 16. <i>Spud Barge</i>	87
Gambar IV. 17. Sistem Tambat dengan <i>Spud Leg</i> pada Sekolah Apung	87
Gambar IV. 18. <i>Spud Legs Bracket</i>	88
Gambar IV. 19. Konfigurasi Pengaplikasian <i>Spud</i>	88
Gambar IV. 20. Desain Sistem Tambat	88

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Daftar Sekolah di Kepulauan Seribu Utara.....	7
Tabel II. 2 Prosentase Penduduk 10 Tahun ke Atas Menurut Jenis Pendidikan dan Jenis Kelamin, di Kabupaten Kepulauan Seribu	8
Tabel II. 3 Pembagian Peserta Didik di SD Negeri Pulau Kelapa 02 Berdasarkan Tingkatan Kelas	9
Tabel II. 4 Pembagian Peserta Didik di SD Negeri Pulau Kelapa 01 PG Berdasarkan Tingkatan Kelas	9
Tabel II. 5 Pembagian Peserta Didik di SMPN 260 Jakarta Berdasarkan Tingkatan Kelas	10
Tabel II. 6 Koreksi Tinggi Standart dan Koreksi Bangunan Atas	33
Tabel II. 7 Prosentase Pengurangan untuk Kapal Tipe 'A'	34
Tabel II. 8 Prosentase Pengurangan untuk Kapal Tipe 'B'	34
Tabel IV. 1 Luas Minimum Lantai Bangunan Sekolah.....	50
Tabel IV. 2 Perbandingan Ukuran Model dengan Data Kapal Sebenarnya	57
Tabel IV. 3 <i>Additional Plates</i> untuk Pembangunan Sekolah Apung	62
Tabel IV. 4 Rekapitulasi LWT dan DWT	63
Tabel IV. 5 Persebaran Beban <i>Provision & Store</i> beserta <i>Crew Needs</i>	65
Tabel IV. 6 Persebaran Beban Perlengkapan dan Peralatan di Bagian Belakang Kapal.....	67
Tabel IV. 7 Persebaran Beban Perlengkapan dan Peralatan di Bagian Tengah Kapal.....	68
Tabel IV. 8 Persebaran Beban Perlengkapan dan Peralatan di Bagian Ujung Kapal.....	70
Tabel IV. 9 <i>Freeboard</i> (mm) untuk Kapal Tipe B dengan Ukuran 73 dan 74 m.....	72
Tabel IV. 10 Posisi Peletakan Tangki	74
Tabel IV. 11 Hasil Kalibrasi Tangki	75
Tabel IV. 12 <i>Loadcase</i> 1 Sekolah Apung.....	75
Tabel IV. 13 Hasil Analisis Stabilitas Sekolah Apung.....	78
Tabel IV. 14 Hasil Pemeriksaan <i>Trim</i> Sekolah Apung	79
Tabel IV. 15 Ketentuan Jumlah <i>Lifebuoy</i>	80
Tabel IV. 16 Perencanaan Jumlah <i>Lifebuoy</i>	81
Tabel IV. 17 Kriteria Ukuran <i>Lifejacket</i>	82
Tabel IV. 18 Ketentuan Jumlah <i>Lifejacket</i>	83
Tabel V. 1 Perhitungan Harga Reparasi Sebelum Konversi	89
Tabel V. 2 Tahap Fabrikasi Sekolah Apung.....	90
Tabel V. 3 Tahap <i>Assembly</i> Sekolah Apung	91
Tabel V. 4 Estimasi Pembangunan Kapal Baru	91
Tabel V. 5 Biaya <i>Additional Plate</i>	93
Tabel V. 6 <i>Main Ship Building Cost</i>	93
Tabel V. 7 Biaya Peminjaman <i>Floating Dock</i>	94
Tabel V. 8 Biaya <i>Electric Equipment</i>	94
Tabel V. 9 Biaya <i>Machinery Parts</i>	94
Tabel V. 10 <i>Construction Cost</i>	95
Tabel V. 11 <i>Miscellaneous Cost</i>	95
Tabel V. 12 <i>Indirect Cost</i>	95
Tabel V. 13 Biaya Konversi <i>Barge</i>	96

DAFTAR SIMBOL

L	=	Panjang kapal (m)
Loa	=	<i>Length overall</i> (m)
Lpp	=	<i>Length perpendicular</i> (m)
Lwl	=	<i>Length of waterline</i> (m)
T	=	Sarat kapal (m)
H	=	Tinggi lambung kapal (m)
B	=	Lebar keseluruhan kapal (m)
H	=	Tinggi keseluruhan kapal (m)
Fn	=	<i>Froude number</i>
Rn	=	<i>Reynolds number</i>
C _B	=	Koefisien blok
C _p	=	Koefisien prismatic
C _m	=	Koefisien <i>midship</i>
C _{wp}	=	Koefisien <i>water plane</i>
ρ	=	Massa jenis (kg/m ³)
g	=	Percepatan gravitasi (m/s ²)
Δ	=	<i>Displacement</i> kapal (ton)
∇	=	<i>Volume displacement</i> (m ³)
LCB	=	<i>Longitudinal center of bouyancy</i> (m)
VCG	=	<i>Vertical center of gravity</i> (m)
LCG	=	<i>Longitudinal center of gravity</i> (m)
LWT	=	<i>Light weight tonnage</i> (ton)
DWT	=	<i>Dead weight tonnage</i> (ton)
R _T	=	Hambatan total kapal (N)
WSA	=	Luasan permukaan basah (m ²)

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Kepulauan Seribu terletak kurang lebih 45 km dari utara Teluk Jakarta pada lokasi geografis $5^{\circ}23' - 5^{\circ}40' \text{ LS}$, $106^{\circ}25' - 106^{\circ}37' \text{ BT}$. Kepulauan ini terdiri dari 110 pulau dimana 50 pulau memiliki luas kurang dari 5 ha, 26 pulau memiliki luas antara 5 hingga 10 ha, dan 24 pulau memiliki luas lebih dari 10 ha. Luas daratan antar pulau berbeda-beda karena terpengaruh adanya pasang surut yang mencapai 1-1,5 m. Selain itu, 110 pulau yang termasuk dalam gugus Pulau Seribu dikelilingi oleh hamparan laut dangkal sedalam 20-40 m dan pasir karang pulau sekitar 2.136 ha (*reef flat* 1.994 ha, laguna 119 ha, selat 18 ha dan teluk 5 ha). Kawasan ini juga mempunyai tipe iklim tropika panas dengan suhu maksimum 32°C , suhu minimum 21.6°C dan suhu rata-rata 27°C . Sedangkan untuk keadaan angin yang mempengaruhi curah hujan yang terjadi dipengaruhi oleh Angin Monsoon yang secara garis besar dibagi menjadi 2 musim, yaitu musim Angin Barat disertai hujan lebat (Desember-Maret) dan musim Angin Timur disertai kering (Juni-September) (<http://www.jakarta.go.id>).

Dari 110 pulau yang ada di Kepulauan Seribu, terdapat 12 pulau yang terkenal sebagai pulau wisata dan dikunjungi banyak wisatawan lokal maupun mancanegara. Tetapi, tidak kesemua pulau tersebut memiliki sarana dan prasarana pendidikan yang lengkap. Seperti yang terjadi pada murid-murid di Pulau Kelapa. Tercatat hanya terdapat 2 (dua) sekolah di Pulau Kelapa, yaitu sekolah untuk pendidikan dasar. Sementara Sekolah Menengah Pertama (SMP) terdekat berada di Pulau Harapan dan SMA terdekat berlokasi di Pulau Pramuka. Sarana dan prasarana belajar mengajar yang disediakan tidak memadai dan cukup sulit untuk dijangkau, terutama saat ombak tinggi (<http://referensi.data.kemdikbud.go.id/>).

Yang dijadikan sebagai struktur utama dari sekolah yang akan dibangun ini adalah *barge*. *Deck cargo barge* yang digunakan merupakan suatu jenis kapal dengan lambung datar, yang berfungsi untuk mengangkut barang dalam jumlah besar, seperti kayu, batu bara, dan pasir, dan ditarik dengan menggunakan kapal tunda (*tugboat*). Umumnya, *barge* tidak memiliki sistem pendorong sendiri. Namun, kini ada tipe *barge* yang telah memiliki

sistem pendorong sendiri seperti *Self Propelled Oil Barge* (SPOB). Namun, kini banyak *tugboat* dan *barge* yang disewakan maupun diperjualbelikan di Indonesia. Hal ini tak lepas dari mulai berkurangnya sumber daya alam yang tersedia. Beberapa *barge* bahkan berhenti beroperasi. Karena itu, *barge* yang tidak terpakai dikonversikan menjadi sekolah apung dengan sarana dan prasarana yang cukup memadai bagi siswa/i untuk mengembangkan kemampuan maupun wawasan.

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, perumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh konversi terhadap *freeboard* dan stabilitas dari *barge*?
2. Bagaimana desain sekolah apung dengan sarana prasarana yang memadai?
3. Berapa tonase dari sekolah apung?
4. Bagaimana desain *safety plan* yang sesuai untuk sekolah apung?
5. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk melakukan konversi *barge* menjadi sekolah apung?

I.3. Tujuan

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh konversi terhadap *freeboard* dan stabilitas dari *barge*
2. Memperoleh desain sekolah apung dengan sarana prasarana yang memadai
3. Memperoleh besar tonase sekolah apung
4. Memperoleh desain *safety plan* yang sesuai untuk sekolah apung
5. Memperoleh perkiraan biaya pembangunan sekolah apung.

I.4. Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini:

1. Analisis teknis meliputi penentuan hambatan, stabilitas, serta lambung timbul
2. Bentuk dan konstruksi lambung *barge* dianggap sama dengan sekolah apung
3. Perhitungan biaya dibatasi pada pembangunan sekolah pada konversi *barge*
4. Manajemen sekolah diabaikan

I.5. Manfaat

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut:

1. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar.
2. Diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat meningkatkan tingkat pendidikan di daerah tersebut.

I.6. Hipotesis

Barge yang dikonversi menjadi sekolah apung dapat dibangun dengan sarana prasarana yang memadai untuk menunjang kegiatan belajar mengajar bagi pelajar Sekolah Menengah Atas di Pulau Kelapa, Kepulauan Seribu.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

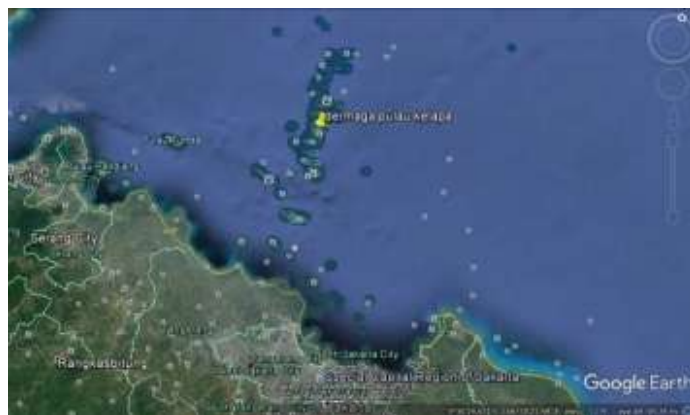
BAB II

STUDI LITERATUR

II.1. Landasan Teori

II.1.1 Lokasi Pulau Kelapa

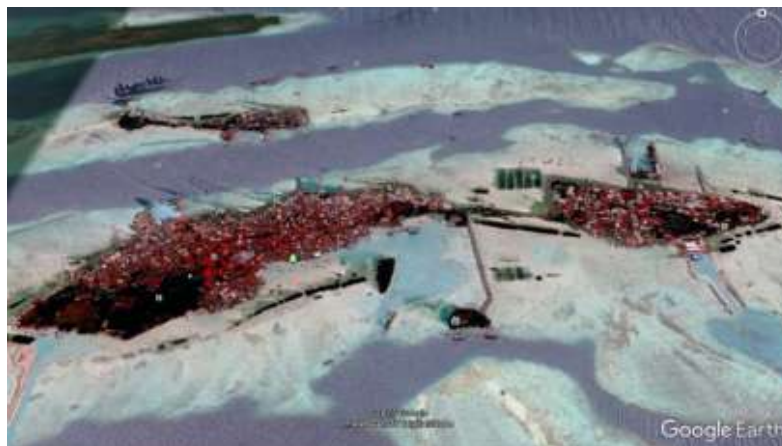
Lokasi penempatan sekolah apung yang diilih terletak di daerah dermaga Pulau Kelapa. Pulau Kelapa merupakan bagian dari Kelurahan Pulau Kelapa, Kecamatan Kepulauan Seribu Utara, Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta.



Sumber: google earth

Gambar II. 1 Lokasi Pulau Kelapa

Gambar II.1 menunjukkan lokasi dari Pulau Kelapa, Kepulauan Seribu. Pada gambar, lokasi Pulau Seribu ditunjukkan dengan tanda kuning bertuliskan dermaga Pulau Kelapa. Pulau Kelapa berjarak kurang lebih 11 km melalui jalur laut.



Sumber: google earth

Gambar II. 2 Pulau Kelapa, Kepulauan Seribu

Gambar II.2 menunjukkan Pulau Kelapa yang merupakan bagian dari Kepulauan Seribu. Pada gambar yang diberi tanda tersebut ditunjukkan lokasi Pulau Kelapa. Pulau Kelapa merupakan salah satu pulau dari gugusan Kepulauan Seribu dan merupakan salah satu kampung nelayan, serta juga salah satu destinasi wisata di kepulauan seribu. Pulau ini terletak pada $5^{\circ}39'13''\text{S}$, $106^{\circ}34'22''\text{E}$ / 5.653585°S $106.572880^{\circ}\text{E}$. Pulau ini terletak di sebelah timur Pulau Harapan. Pulau Harapan terletak pada $5^{\circ}39'11''\text{S}$ $106^{\circ}34'41''\text{E}$ dan terhubung dengan jalan sepanjang 200 meter dengan Pulau Kelapa.



Sumber: google earth

Gambar II. 3 Kondisi di Dermaga Pulau Kelapa

Pada Gambar II.3, dapat dilihat kondisi di sekitar Dermaga Pulau Kelapa bagian Utara. Dermaga ini berjarak kurang lebih 250 km dari Pulau Kelapa Dua. Lokasi sekolah apung direncanakan berjarak kurang lebih 6 km dari dermaga Pulau Kelapa.

II.1.2 Pendidikan di Pulau Kelapa

Pendidikan di Kepulauan Seribu tidaklah terbagi secara merata. Pada beberapa pulau, tidak semua jenjang pendidikan tersedia. Sehingga, bagi pelajar yang ingin melanjutkan ke jenjang pendidikan yang lebih tinggi, mereka harus menyeberang pulau, bahkan terkadang beberapa pulau. Ditambah kendala jika ombak sedang tinggi dan kapal tidak dapat menyeberang.

Tabel II. 1 Daftar Sekolah di Kepulauan Seribu Utara

No	NPSN	Nama Satuan Pendidikan	Alamat	Kelurahan	Status
1	P2967957	PKBM NEGERI 36 PULAU HARAPAN	PULAU HARAPAN	PULAU HARAPAN	NEGERI
2	69733096	RA/BA/TA AL FALAH	JL.DERMAGA TIMUR RT 005/04 PULAU KELAPA	PULAU KELAPA	SWASTA
3	69733097	RA/BA/TA AL MAGHFIROH	JL.IKAN MORIS RT 001/05 NO.56 PULAU PRAMUKA	-	SWASTA
4	69733099	RA/BA/TA FAHMAN JAYYIDAN	JL. PULAU PRAMUKA RT 004/05 PULAU PRAMUKA	-	SWASTA
5	69733100	RA/BA/TA RUHAMA	JL.MASJID ANNI'MAH RT 005/02 PULAU PANGGANG	-	NEGERI
6	20104464	SD NEGERI PULAU HARAPAN 01 PG	PULAU HARAPAN RT 04/02	PULAU HARAPAN	NEGERI
7	20104466	SD NEGERI PULAU KELAPA 01 PG	JL.DERMAGA UTAMA PULAU KELAPA, NO.3 RT 007/04	PULAU KELAPA	NEGERI
8	20104467	SD NEGERI PULAU KELAPA 02 PG	PULAU KELAPA, RT 002/01	PULAU KELAPA	NEGERI
9	20104468	SD NEGERI PULAU PANGGANG 01 PG	PULAU PANGGANG RT 07/03	PULAU PANGGANG	NEGERI
10	20104469	SD NEGERI PULAU PANGGANG 02 PG	JL.PULAU PRAMUKA RT 03/05	PULAU PANGGANG	NEGERI
11	20104470	SD NEGERI PULAU PANGGANG 03 PG	PULAU PANGGANG RT 07/03	PULAU PANGGANG	NEGERI
12	20104465	SDN PULAU HARAPAN 02 PAGI	PULAU SABIRA	PULAU HARAPAN	NEGERI
13	20107185	SMAN 69 JAKARTA	PULAU PRAMUKA RT 003/05	PULAU PANGGANG	NEGERI
14	20106342	SMP NEGERI 133 JAKARTA	JL. PULAU PRAMUKA RT 003/05	PULAU PANGGANG	NEGERI
15	20106346	SMP NEGERI 260 JAKARTA	PULAU HARAPAN RT 05/02	PULAU HARAPAN	NEGERI
16	20107711	SMP NEGERI SATU ATAP 02 PULAU SABIRA	PULAU HARAPAN	PULAU HARAPAN	NEGERI

Sumber: [http://referensi .data.kemdikbud.go.id](http://referensi.data.kemdikbud.go.id)

Pada tabel II.1 dapat dilihat bahwa di Pulau Kelapa tercatat hanya ada satu jenjang pendidikan yang tersedia. Yaitu tingkat Sekolah Dasar yang berjumlah dua buah, Sekolah Dasar Negeri Pulau Kelapa 1 PG dan Sekolah Dasar Pulau Kelapa 2 PG. Sementara untuk jenjang pendidikan menengah pertama , pelajar dari Pulau Kelapa dapat menempuh pendidikannya di Pulau Harapan yang terhubung melalui jalan kecil yang dapat ditempuh melalui jalur darat. Tercatat terdapat dua Sekolah Menengah Pertama (SMP) di Pulau

Harapan. Yaitu SMP Negeri 260 Jakarta dan SMP Negeri Satu Atap 02 Pulau Sabira. Satu-satunya jenjang pendidikan menengah atas yang terdapat di wilayah Kepulauan Seribu Utara adalah di Pulau Pramuka, yaitu Sekolah Menengah Atas Negeri 69 Jakarta. Untuk mencapai Pulau Pramuka, pelajar dari Pulau Kelapa maupun Pulau Harapan harus menempuh jalur laut.

Tabel II. 2 Prosentase Penduduk 10 Tahun ke Atas Menurut Jenis Pendidikan dan Jenis Kelamin, di Kabupaten Kepulauan Seribu

Jenis Pendidikan	Jenis Kelamin (%)		
	Laki-laki	Perempuan	Jumlah
Tidak/ Belum Pernah Sekolah	0.51	3.71	2.08
Masih Sekolah	21.75	16.56	19.21
SD Sederajat	14.40	6.59	10.57
SLTP Sederajat	6.09	7.21	6.65
SLTA Sederajat	1.20	2.64	1.91
D1-Universitas	0.07	0.11	0.09
Tidak Sekolah Lagi	77.73	79.74	78.72
Jumlah	100.00	100.00	100.00

Sumber: <http://kepulauanseribukab.bps.go.id/>

Tabel II.2 menunjukkan persentase jumlah penduduk yang berusia di atas 10 tahun dan dibedakan menurut jenis pendidikan dan jenis kelamin di daerah Kabupaten Kepulauan Seribu. Data ini diambil melalui sensus penduduk yang dilakukan oleh BPS DKI Jakarta pada Desember 2016.



Sumber: <http://sekolah.data.kemdikbud.go.id/>

Gambar II. 4 Sekolah Dasar Negeri Pulau Kelapa 2 PG

Pada Gambar II.4 menunjukkan foto dari SD Negeri Pulau Kelapa 2 PG. Sekolah ini berjarak 0.75 km dari SD Negeri Pulau Kelapa 01 PG. Kurikulum yang digunakan adalah

kurikulum K-13. Sekolah ini sudah dilengkapi dengan akses internet. Pada lahan berluas 1,000 m² ini, prasarana yang tersedia berupa 12 unit ruang kelas, 1 unit laboratorium, 1 unit perpustakaan dan 2 unit sanitasi siswa. Jumlah total guru sebanyak 19 orang.

Tabel II. 3 Pembagian Peserta Didik di SD Negeri Pulau Kelapa 02 Berdasarkan Tingkatan Kelas

Tingkat	Jumlah
1	60
2	45
3	61
4	60
5	45
6	50
Total	321

Sumber: <http://sekolah.data.kemdikbud.go.id/>

Dari Tabel II.3, jumlah peserta didik SD Negeri Pulau Kelapa 02 PG berdasarkan data yang diambil tahun 2017 sebanyak 321 peserta didik dengan total 163 siswa laki-laki dan 158 siswa perempuan. Data tersebut tidak jauh berbeda dengan jumlah peserta didik di SD Negeri 01 Pulau Kelapa PG.

Tabel II. 4 Pembagian Peserta Didik di SD Negeri Pulau Kelapa 01 PG Berdasarkan Tingkatan Kelas

Tingkat	Jumlah
1	45
2	54
3	52
4	51
5	42
6	45
Total	289

Sumber: <http://sekolah.data.kemdikbud.go.id/>

Dari Tabel II.4, dapat dilihat jumlah total keseluruhan peserta didik di SD Negeri Pulau Kelapa 01 PG sebanyak 289 peserta didik dengan total 151 siswa laki-laki dan 138 siswa perempuan. Jumlah guru yang mengajar sebanyak 20 orang. Kurikulum yang digunakan sebagai sistem pembelajaran adalah kurikulum K-13. Di sekolah ini sudah terdapat akses internet. Dengan lahan seluas 2,129 m², sekolah ini memiliki prasarana berupa 12 unit ruang kelas, 1 unit laboratorium, 1 unit perpustakaan, dan 2 unit sanitasi siswa.

Dikarenakan pada Pulau Kelapa tidak terdapat SMP, maka data SMP diambil dari Pulau yang terdekat dan banyak dijadikan tempat untuk melanjutkan pendidikan SMP oleh pelajar di Pulau Kelapa, yaitu SMPN 260 Jakarta yang terletak di Pulau Harapan.

Tabel II. 5 Pembagian Peserta Didik di SMPN 260 Jakarta Berdasarkan Tingkatan Kelas

Tingkat	Jumlah
1	116
2	130
3	112
Total	358

Sumber: <http://sekolah.data.kemdikbud.go.id/>

II.2. Tinjauan Pustaka

II.2.1. Tinjauan Umum Sekolah

Dalam sub bab ini, akan dijelaskan mengenai tinjauan umum dari sekolah serta sarana dan prasarana sekolah yang memadai.

II.2.1.1 Pengertian Sekolah

Menurut pengartiannya, sekolah merupakan lembaga yang dirancang untuk pengajaran siswa/murid dibawah pengawasan guru. Di Indonesia, semua penduduk diwajibkan mengikuti program wajib belajar pendidikan dasar selama 9 tahun, yaitu 6 tahun di jenjang Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah dan 3 tahun di jenjang pendidikan Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan No.20 tahun 2003, pendidikan di Indonesia dibagi kedalam 3 jalur utama, sebagai berikut:

1. Pendidikan Formal

Pendidikan formal merupakan jalur pendidikan yang terstruktur dan berjenjang yang terdiri atas pendidikan dasar, pendidikan menengah, dan pendidikan tinggi

2. Pendidikan Non-Formal

Pendidikan Non-Formal adalah jalur pendidikan di luar pendidikan formal yang dapat dilaksanakan secara terstruktur dan berjenjang.

3. Pendidikan Informal

Pendidikan informal merupakan jalur pendidikan keluarga dan lingkungan.

Selain sekolah yang disediakan oleh pemerintah, adapula sekolah yang disediakan oleh non-pemerintah atau lebih sering disebut sekolah swasta. Sekolah swasta umumnya diberikan untuk anak-anak yang membutuhkan kebutuhan khusus yang tidak dapat diberikan di sekolah pemerintah. Seperti sekolah yang menekankan pada pendidikan agama.

Sekolah dapat digolongkan kedalam beberapa jenis, sebagai berikut:

1. Sekolah Konvensional, merupakan sekolah yang umum dikenal selama ini. Ada wujud gedung yang dibangun khusus untuk keperluan penyelenggaraan pendidikan. Peserta didik diwajibkan untuk masuk di jam tertentu, biasanya pagi. Tetapi ada pula yang peserta didik diasramakan, seperti di pesantren.
2. Sekolah Terbuka, merupakan salah satu bentuk sekolah yang dikembangkan oleh pemerintah. Umumnya berlokasi di sekolah konvensional yang sudah ada. Perbedaan dengan sekolah konvensional terletak pada intensitas tatap muka tenaga pengajar dengan peserta didik. Peserta didik pada sekolah terbuka lebih mandiri dalam mempelajari bahan-bahan pelajaran.
3. Sekolah Kejar Paket, merupakan jalur pendidikan non-formal yang difasilitasi oleh Pemerintah untuk siswa yang belajarnya tidak melalui jalur sekolah, atau bagi siswa yang belajar di sekolah berbasis kurikulum non-pemerintah. Kegiatan belajar fleksibel, dengan pertemuan hanya tiga kali dalam seminggu. Kegiatan belajar dibagi menjadi dua kelompok usia, yaitu usia dewasa yang diperuntukkan pelajar dengan usia diluar usia belajar formal, dan untuk usia belajar. Sekolah kejar paket dibagi menjadi tiga, yaitu Sekolah kejar paket A yang setara dengan SD, Sekolah Kejar Paket B yang setara dengan SLTP, dan Sekolah Kejar Paket C yang setara dengan SMU/SMK/MA. Pelajar dari sekolah kejar paket dapat mengikuti ujian kesetaraan dan yang lulus berhak mendapatkan ijazah sesuai dengan pendidikan formalnya.
4. Sekolah Rumah dan Sekolah Alternatif, yang termasuk ke dalam jenis sekolah ini adalah lembaga-lembaga kursus atau lembaga bimbingan belajar untuk bidang tertentu. Kursus termasuk dalam jenis pendidikan non-formal, dengan sistem belajar mengajar yang sama dengan sekolah, namun dengan intensitas pertemuan yang lebih singkat.

5. Sekolah Elektronik, merupakan sekolah yang berbasis teknologi internet. Dengan demikian, pelajar tidak perlu mengikuti sistem belajar mengajar layaknya sekolah konvensional dan digantikan dengan media internet.

II.2.1.2 Standar Sarana dan Prasarana

Pada sub bab ini, dibahas mengenai standar sarana dan prasarana dari sekolah. Pembahasan difokuskan pada standar sarana dan prasarana sekolah untuk jenjang pendidikan menengah atas. Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No.24 Tahun 2007, tentang Standar Sarana dan Prasarana untuk Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (SMA/MA), sebuah SMA/MA sekurang-kurangnya memiliki prasarana sebagai berikut:

1. Ruang Kelas

Ruang kelas berfungsi sebagai tempat kegiatan pembelajaran teori dan praktek, baik yang memerlukan peralatan khusus maupun tidak. Kapasitas maksimum dari suatu ruangan belajar adalah 32 peserta didik. Rasio minimum luas ruang kelas $2\text{m}^2/\text{peserta didik}$. Untuk kelas dengan peserta didik kurang dari 15 orang, luas minimum ruang kelas adalah 30 m^2 . Lebar minimum dari ruang kelas adalah 5 m. Ruang kelas diharuskan memiliki pencahayaan yang memadai untuk membaca buku dan untuk memberikan pandangan ke luar ruangan. Ruang kelas diharuskan memiliki pintu yang memadai sehingga apabila terjadi bahaya atau keadaan darurat, evakuasi dapat segera dilakukan tanpa masalah.

Sarana yang harus dilengkapi adalah sebagai berikut:

- Kursi dan meja peserta didik
- Kursi dan meja guru
- Lemari
- Rak Hasil karya peserta didik
- Papan tulis
- Peralatan pendidikan, seperti alat peraga
- Perlengkapan lain, seperti tempat sampah dan jam dinding

2. Ruang Perpustakaan

Ruang perpustakaan merupakan tempat kegiatan peserta didik dan guru memperoleh informasi dari berbagai jenis bahan pustaka dengan membaca, mengamati, mendengar, dan sekaligus tempat petugas mengelola perpustakaan.

Luas dari perpustakaan minimum sama dengan luas satu ruang kelas, dengan lebar minimum 5 m. Ruang perpustakaan dilengkapi dengan jendela untuk memberi pencahayaan yang memadai untuk membaca buku. Letaknya harus berada di bagian sekolah yang mudah dicapai.

Sarana yang harus dilengkapi adalah sebagai berikut:

- Buku, seperti buku teks pelajaran dan buku panduan pendidik
- Perabot (Rak buku, Rak majalah, dsb)
- Media pendidikan (Peralatan multimedia)
- Perlengkapan lain (Buku inventaris, soket listrik, dll)

3. Ruang Laboratorium Biologi

Ruang laboratorium biologi merupakan tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran biologi secara praktek yang memerlukan peralatan khusus. Rasio minimum ruang laboratorium biologi adalah 2.4^2 /peserta didik . untuk rombongan belajar dengan peserta didik kurang dari 20 orang, luas minimum ruang laboratorium adalah 48m^2 , termasuk luas ruang penyimpanan dan persiapan sebesar 18m^2 , dengan lebar minimum lab 5m^2 . Per

Sarana yang harus dilengkapi adalah sebagai berikut:

- Perabot (Meja kerja, Meja persiapan, dsb)
- Peralatan pendidikan, berupa alat peraga, serta alat dan bahan percobaan
- Media pendidikan, berupa papan tulis
- Bahan habis pakai yang merupakan kebutuhan pertahun, seperti Asam Sulfat.
- Perlengkapan lain (Soket listrik, alat pemadam kebakaran, peralatan P3K, dsb)

4. Ruang Laboratorium Fisika

Ruang laboratorium fisika merupakan tempat berlangsungnya kegiatan pembelajara fisika secara praktek yang membutuhkan peralatan khusus. Ruangan ini harus dapat menampung minimum satu rombongan belajar dengan rasio minimum ruang 2.4m^2 /peserta didik. Untuk rombongan belajar dengan peserta didik kurang dari 20 orang, luas minimum ruang laboratorium adalah 48m^2 , termasuk luas ruang penyimpanan dan persiapan 18m^2 . Lebar ruang ini minimal 5m.

Sarana yang harus dilengkapi adalah sebagai berikut:

- Perabot (Meja kerja, Meja persiapan, dsb)
- Peralatan pendidikan berupa bahan dan alat ukur dasar serta alat percobaan.
- Media pendidikan, berupa papan tulis
- Perlengkapan lain (Soket listrik, alat pemadam kebakaran, peralatan P3K, dsb)

5. Ruang Laboratorium Kimia

Ruang laboratorium fisika merupakan tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran kimia secara praktek yang memerlukan peralatan khusus. Ruangan ini harus dapat menampung minimum satu rombongan belajar dengan rasio minimum ruang $2.4\text{m}^2/\text{peserta didik}$. Untuk rombongan belajar dengan peserta didik kurang dari 20 orang, luas minimum ruang laboratorium adalah 48m^2 , termasuk luas ruang penyimpanan dan persiapan 18m^2 . Lebar ruang ini minimal 5m.

Sarana yang harus dilengkapi adalah sebagai berikut:

- Perabot (Meja kerja, Meja persiapan, dsb)
- Peralatan pendidikan, seperti botol zat, pipet tetes, dan batang pengaduk
- Media pendidikan, berupa papan tulis
- Bahan habis pakai yang tersedia di laboratorium. Meliputi bahan kimia yang dibutuhkan pada saat percobaan
- Perlengkapan lain (Soket listrik, alat pemadam kebakaran, peralatan P3K, dsb)

6. Ruang Laboratorium Komputer

Ruang laboratorium komputer merupakan tempat mengembangkan keterampilan dalam bidang teknologi informasi dan komunikasi. Ruang ini harus dapat menampung minimum satu rombongan belajar yang bekerja dalam kelompok. Rasio minimum luas ruang kelas $2\text{m}^2/\text{peserta didik}$. Untuk kelas dengan peserta didik kurang dari 15 orang, luas minimum ruang kelas adalah 30 m^2 . Lebar minimum dari ruang kelas adalah 5 m.

Sarana yang harus dilengkapi adalah sebagai berikut:

- Perabot (kursi dan meja peserta didik serta kursi dan meja guru)
- Peralatan pendidikan, seperti komputer dan *printer*

- Media pendidikan, berupa papan tulis
- Perlengkapan lain berupa soket listrik, tempat sampah, dan jam dinding.

7. Ruang Laboratorium Bahasa

Ruang laboratorium bahasa merupakan tempat mengembangkan keterampilan berbahasa. Ruang ini khusus diperuntukkan sekolah yang mempunyai Jurusan Bahasa. Ruang ini harus dapat menampung minimal satu rombongan belajar dengan rasio minimum luas ruang kelas 2m^2 /peserta didik. Untuk kelas dengan peserta didik kurang dari 15 orang, luas minimum ruang kelas adalah 30 m^2 . Lebar minimum dari ruang kelas adalah 5 m.

Sarana yang harus dilengkapi adalah sebagai berikut:

- Perabot (kursi dan meja peserta didik serta kursi dan meja guru)
- Peralatan pendidikan, berupa perangkat multimedia
- Media pendidikan, berupa papan tulis
- Perlengkapan lain berupa soket listrik, tempat sampah, dan jam dinding.

8. Ruang Pimpinan

Ruang pimpinan berfungsi sebagai tempat melakukan kegiatan pengelolaan sekolah, pertemuan dengan sejumlah kecil guru, orang tua murid, unsur komite sekolah, petugas pendidikan, atau tamu lainnya. Ruangan ini berukuran minimum 12m^2 dengan lebar minimum 3m. Ruang ini harus mudah untuk diakses guru dan dapat dikunci dengan baik

Sarana yang harus dilengkapi adalah sebagai berikut:

- Perabot, berupa meja, kursi, meja dan kursi tamu, serta lemari dan papan statistik
- Perlengkapan lain seperti simbol kenegaraan

9. Ruang Guru

Ruang ini berfungsi sebagai tempat istirahat serta tempat menerima tamu bagi guru. Rasio minimum luas ruang guru adalah 4m^2 /pendidik dengan luas minimum 72m^2 .

Sarana yang harus dilengkapi adalah sebagai berikut:

- Perabot, berupa meja, kursi, meja dan kursi tamu, serta lemari dan papan statistik
- Perlengkapan lain seperti tempat sampah

10. Ruang Tata Usaha

Ruang tata usaha berfungsi sebagai tempat kerja petugas untuk mengerjakan administrasi sekolah dengan rasio minimum luas ruang tata usaha 4 m²/petugas dan luas minimum 16 m².

11. Tempat Beribadah

Tempat beribadah berfungsi sebagai tempat warga sekolah melakukan ibadah yang diwajibkan oleh agama masing-masing pada waktu sekolah. Banyak tempat ibadah disesuaikan dengan kebutuhan tiap satuan pendidikan, dengan luas minimum 12m². Ruang ini harus dilengkapi dengan peralatan beribadah

12. Ruang Konseling

Ruang konseling berfungsi sebagai tempat peserta didik mendapatkan layanan konseling dari konselor berkaitan dengan pengembangan pribadi, sosial, belajar, dan karir. Luas minimum dari ruang konseling adalah 9m². selain itu, ruang ini juga harus dapat memberikan kenyamanan dan menjamin privasi peserta didik

13. Ruang Kesehatan

Ruang UKS berfungsi sebagai tempat untuk penanganan dini peserta didik yang mengalami gangguan kesehatan di sekolah. Luas minimum dari ruang kesehatan adalah 12m².

Sarana yang harus dilengkapi adalah sebagai berikut:

- Perabot berupa tempat tidur, *cabinet*, meja, dan kursi.
- Perlengkapan lain untuk menunjang kondisi medis, seperti peralatan P3K

14. Ruang Keorganisasian Siswa

Ruang organisasi kesiswaan berfungsi sebagai tempat melakukan kegiatan kesekretariatan pengelolaan organisasi kesiswaan. Luas minimum dari ruang keorganisasian adalah 12m².

15. Kamar mandi

Ketentuan untuk kamar mandi adalah minimal 1 unit kamar mandi untuk setiap 40 peserta didik pria, 1 unit kamar mandi untuk setiap 30 peserta didik wanita, dan 1 unit kamar mandi untuk guru. Dengan luas minimum 1 unit kamar mandi adalah 2m²

16. Gudang

17. Ruang Sirkulasi

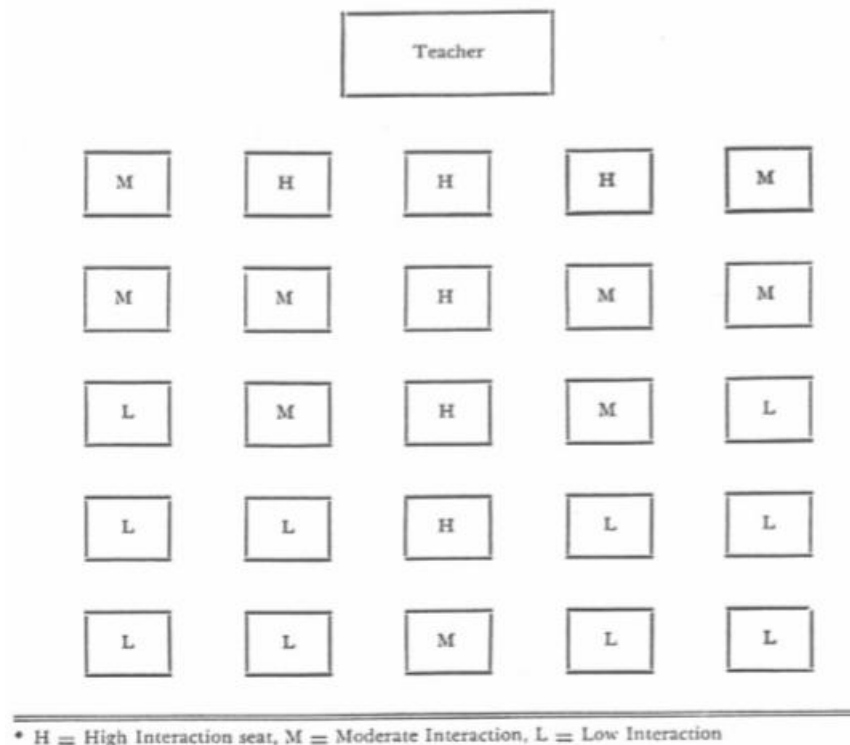
18. Tempat Bermain/Olahraga

II.2.1.3 Penataan Ruang Kelas

Keefektifan dari komunikasi sangatlah penting dalam suatu sistem belajar mengajar di kelas antara guru dan murid. Ada banyak tipe pengaturan ruang kelas. Tetapi, ada tiga tipe yang sangat sering dijumpai menurut James McCorskey, yaitu:

1. *Traditional*

Tipe pengaturan ruang ini umumnya terdiri dari 5 sampai 6 baris lurus yang masing-masing terdiri dari 5 sampai 7 bangku yang berjarak.



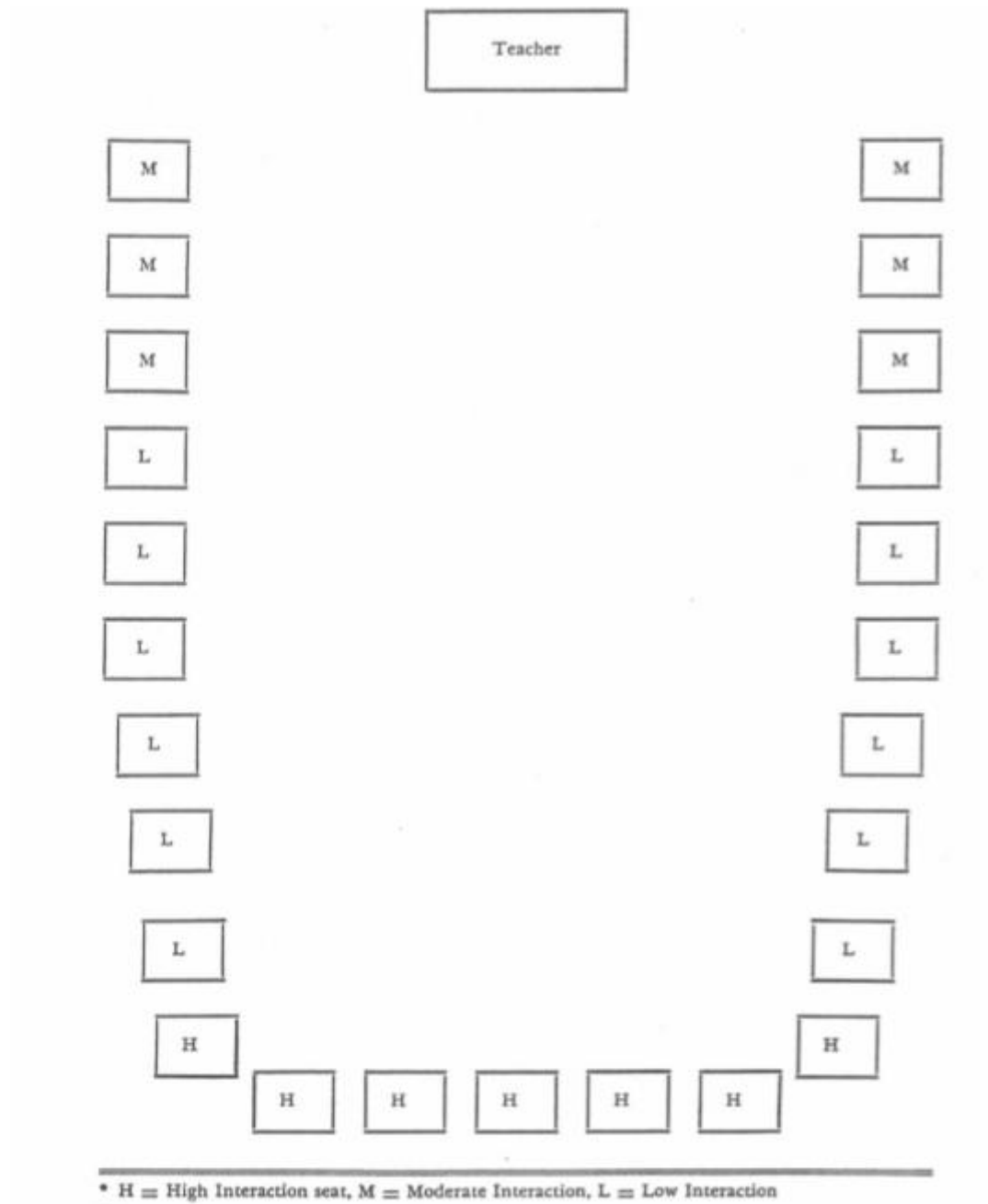
Sumber: *Communication Education* 27 no.2, 1978

Gambar II. 5 *Traditional Type Classroom Arrangement*

Menurut Sommer, pengaturan ini berfungsi maksimal apabila ada penerangan natural yang cukup dari jendela di bagian sisi. Kurang lebih 90% penataan ruang kelas menggunakan jenis penataan ini.

2. *Horseshoe*

Penataan ruangan ini berbentuk *semi-circular* yang banyak digunakan pada kelas dengan kapasitas kecil, seperti seminar. Kelas dengan jumlah peserta yang banyak tidak sesuai dengan tipe penataan ini dikarenakan adanya ruang kosong yang cukup besar di bagian tengah. Dikarenakan hal tersebut, terkadang diaplikasikan '*double horseshoe*', yaitu dua baris *semi-circular* yang ditambahkan.



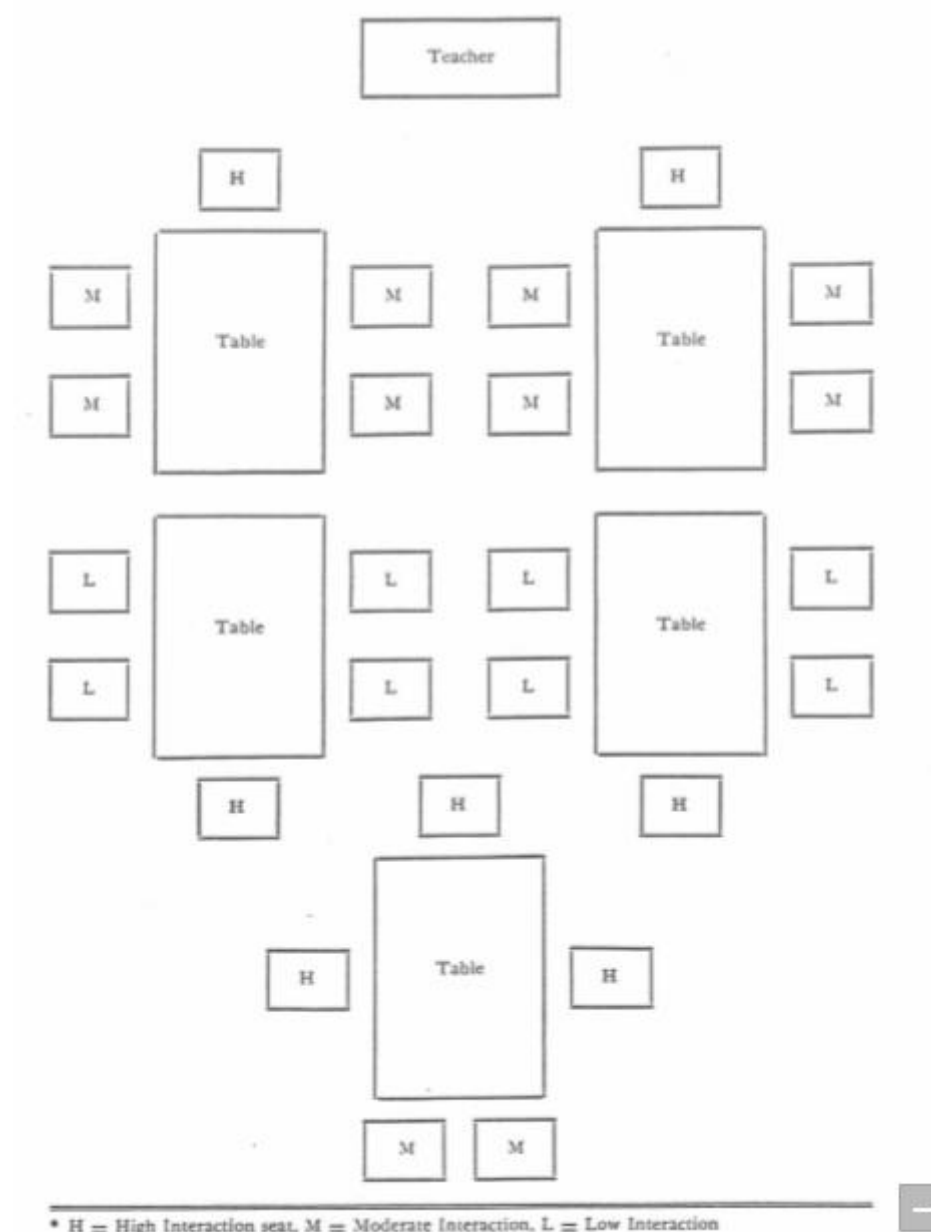
Sumber: *Communication Education* 27 no.2, 1978

Gambar II. 6 *Horseshoe Classroom Arrangement*

Pada gambar II.6 ditunjukkan contoh penataan kelas dengan tipe *horseshoe* dengan *single row*.

3. *Modular*

Penataan ruangan dengan tipe *modular* banyak ditemukan pada ruang belajar di sekolah, utamanya di laboratorium IPA atau di *pre-school*.



Sumber: *Communication Education* 27 no.2, 1978

Gambar II. 7 Modular Classroom Arrangement

II.2.2. Sekolah Apung

Sekolah apung kini mulai dilirik di beberapa penjuru dunia. Seperti di Bangladesh dan Nigeria. Bentuk bangunan maupun kapal yang digunakan beragam.



Sumber: sowc2015.unicef.org

Gambar II. 8 Sekolah Apung di Bangladesh

Sekolah apung yang berada di Bangladesh didesain oleh seorang arsitektur dari Bangladesh. Ia memiliki ide untuk membangun sekolah tersebut karena melihat betapa susahny anak-anak di Bangladesh yang tinggal di daerah dekat sungai yang tidak dapat bersekolah dikarenakan banjir, terutama pada *monsoon season*. Ia berfikir, apabila anak-anak tersebut tidak dapat datang ke sekolah karena ketiadaan transportasi, maka sekolah tersebutlah yang datang kepada mereka, dengan menggunakan kapal. (sowc2015.unicef.org)

Ide awal dari sekolah apung ini adalah menggabungkan bus sekolah dengan sekolah, dan menggunakan kapal lokal untuk menciptakan tempat mengapung. Sekolah apung dibuat dengan menggunakan kapal kayu tradisional dari Bangladesh, menggunakan material dan teknik pembangunan lokal. kapal yang digunakan berukuran 55 ft dengan lebar 11 ft. Ruang utama kapal dapat menampung 30 anak. Kapal ini memiliki lantai kayu dengan atap yang tinggi dan tahan air, serta dilengkapi dengan *solar panel*. Atapnya yang berlapis dapat menahan hujan yang sangat lebat. Kapal yang dikonversi menjadi sekolah apung dengan model seperti ini telah digunakan di beberapa negara seperti Kamboja, Nigeria, Filipina, Vietnam, dan Zambia.



Sumber: dogonews.com

Gambar II. 9 Suasana di Dalam Sekolah Apung

Pada Gambar II.9, ditunjukkan suasana di dalam sekolah apung tersebut. Sekolah yang menggunakan tenaga *solar* ini memiliki akses internet, akses elektronik, perpustakaan dan kelas yang semuanya dipisahkan tanpa sekat. Selain itu, bagi murid yang mendapatkan nilai ujian yang bagus, mereka mendapatkan *solar lanterns* yang dapat diisi di kapal, yang bertujuan untuk memberikan pelajar-pelajar tersebut pencahayaan yang baik di rumah untuk mendukung proses belajar mereka.

Selain sekolah apung di Bangladesh, ada juga sekolah apung di Makoko dengan desain yang sangat berbeda.



Sumber: arcdaily.com

Gambar II. 10 *Makoko Floating School*

Gambar II.10 menunjukkan sekolah apung yang bernama ‘*Makoko Floating School*’, yang terletak di Makoko, laguna Lagos, Lagos, Nigeria. Bangunan ini berdiri dengan

desain dari *NLE Architects*, dengan sponsor dari *United Nations Development Programme* (UNDP) dan *Heinrich Boell Foundation* dari Jerman. Proyek pembangunan dimulai pada Oktober 2012 dan telah dioperasikan.

Sekolah ini menggunakan kayu sebagai material utama untuk struktur, penegar, dan *finishing*. Pada bangunan berbentuk ‘A’ ini, ruang kelas terletak di lantai kedua dengan bukaan tambahan sebagai ventilasi udara, sementara lantai dibawahnya digunakan sebagai area bermain. Struktur utama yang membuat sekolah ini dapat mengapung adalah dengan menggunakan barel-barel plastik yang diikatkan menjadi satu. Barel-barel tersebut berguna juga untuk menampung air hujan.

II.2.3. Barge

Dalam subbab ini, dijelaskan mengenai *barge* dan klasifikasi *barge* berdasarkan muatan yang diangkut.

II.2.3.1 Definisi Barge

Barge atau yang disebut juga dengan tongkang merupakan kapal dengan *flat bottom* yang tidak memiliki sistem penggerak atau propulsi sendiri. *Barge* biasa digunakan sebagai transportasi barang di laut, sungai, atau kanal. Awalnya *barge* terbuat dari kayu. Saat ini, semua *barge* dibuat menggunakan material baja yang dilas (*constructed welded steel*). *Barge* memiliki banyak variasi tipe dan ukuran. Beberapa ukuran *barge* yang banyak digunakan adalah ukuran panjang 90-400 ft dan variasi lebar 30-100 ft.

Barge digunakan sebagai moda transportasi material *oversized* dan juga mengangkut *machinery*, biji-bijian, batu bara, bahan bakar, dan banyak komoditas barang lainnya. Karena *barge* tidak memiliki sistem penggerak sendiri, maka dibutuhkan minimal sebuah *tugboat* untuk dapat bergerak (www.hughesmarine.com/deck-barge-reference).



Sumber: Jawapos.com

Gambar II. 11 *Barge* Berisi Muatan yang Ditarik Oleh Sebuah *Tugboat*

Gambar II.11 menunjukkan gambar *tugboat* yang tengah menarik *barge* yang berisi muatan. Umumnya, *barge* diperjualbelikan maupun disewakan beserta dengan *tugboat*. Dikarenakan, tanpa *tugboat*, *barge* tidak dapat melakukan pergerakan. Keadaan dimana *barge* tidak membutuhkan *tugboat* adalah saat kondisi sandar dan bongkar muat.

II.2.3.2 Jenis *Barge*

Berdasarkan jenis muatan yang diangkut, *barge* dibagi menjadi 4, sebagai berikut:

1. *Deck Cargo Barge*

Deck Cargo Barge merupakan tipe *barge* yang mempunyai geladak datar dan digunakan untuk transportasi barang ataupun sebagai *construction support*. Geladak tersebut mampu menahan beban ribuan ton pasir, batu bara, biji-bijian, maupun alat berat seperti *crane*. Selain itu, geladak *barge* tersebut juga dapat digunakan sebagai *platform* untuk menahan *oversized object*. Jenis *barge* ini banyak ditemukan di perairan.



Sumber: worldmaritimenews.com

Gambar II. 12 *Deck Cargo Barge*

Pada gambar II.12, ditunjukkan contoh bentuk dari *deck cargo barge*.

2. *Tank Barge or Liquid Cargo Barge*

Tank Barge atau *Liquid Cargo Barge* merupakan jenis *barge* yang mengangkut material *petrochemical* seperti *styrene*, *benzine*, dan *methanol*. Selain itu, dapat juga mengangkut *fuel* maupun aspal. Jenis *barge* ini tidak memiliki *bulwark* dikarenakan muatannya berada di dalam tangki. Pada geladak terdapat alat bongkar muat, *catwalk*, dan *bollard*. *Barge* ini juga tidak memiliki sistem propulsi sehingga membutuhkan *tugboat* untuk bergerak. Untuk melakukan bongkar muat, dibutuhkan terminal khusus pada pelabuhan.



Sumber: <http://www.conradindustries.com/projects/offshore-tank-barge/>

Gambar II. 13 *Tank Barge*

Pada Gambar II.13, ditunjukkan contoh gambar dari *tank barge*.

3. *Car Barge or Car Float*

Car barge merupakan jenis *barge* yang mengangkut kendaraan otomotif seperti mobil pada bagian geladaknya. Jenis *barge* ini sangat populer di Amerika Serikat dan Kanada di tahun 1970-an. Di Indonesia, *barge* tipe ini juga banyak digunakan oleh perusahaan otomotif sebagai sarana pendistribusian ke daerah-daerah di Indonesia dikarenakan kapasitas muatannya yang besar dan sebagai sarana yang efektif untuk menanggulangi kemacetan apabila barang tersebut didistribusikan melalui jalur darat.



Sumber: <http://www.hoedlmayr.com>

Gambar II. 14 *Car Barge*

Pada Gambar II.14 ditunjukkan contoh dari *car barge* yang sedang bersandar untuk melakukan bongkar muat

4. *Accommodation Work Barge*

Accommodation Work Barge merupakan jenis *barge* yang berfungsi sebagai rumah singgah atau sarana akomodasi bagi pekerja *offshore* dan umumnya diletakkan dekat dengan lokasi *offshore* tersebut. Jenis *barge* ini juga tidak memiliki sistem propulsi sendiri sehingga membutuhkan *tugboat* untuk dapat bergerak. *Tugboat* yang digunakan berjenis *Anchor Handling Tug Vessel* (AHTV). Kapal tersebut juga digunakan untuk pemasangan jangkar pengikat kapal *accommodation barge*.



Sumber: <https://www.thrustmaster.net>

Gambar II. 15 *Accommodation Barge*

Pada Gambar II.15, ditunjukkan contoh dari *accommodation barge* yang dilengkapi juga dengan *helipad*.

II.2.4. Konversi Kapal

Dalam pengerjaan konversi kapal, data yang dibutuhkan meliputi *Principal Dimension*, *Lines Plan*, dan *General Arrangement*. Setelah data-data tersebut dikumpulkan, dilakukan penggambaran ulang (*re-drawing*) yang bertujuan untuk menggambar ulang *Lines Plan* dan *General Arrangement* dengan menggunakan *software AutoCAD*. Proses ini dilakukan untuk mengubah *file* gambar dari PDF menjadi *file* CAD (Wibowo,2010)

Setelah selesai proses *re-drawing*, dilanjutkan dengan pemodelan lambung kapal dengan menggunakan *software Maxsurf*. Pemodelan dilakukan untuk mendapatkan model yang mendekati keadaan sebenarnya.

Setelah model kapal dibuat, kemudian dilakukan pengecekan kesesuaian model kapal dengan data kapal yang sebenarnya. Pengecekan ini meliputi beberapa aspek, yaitu pengecekan *displacement* kapal, *block coefficient*, serta pengecekan *principal dimension*. Apabila ukuran model tidak sesuai dengan ukuran data kapal dan melebihi batas toleransi yang diberikan, maka dilakukan perbaikan pada model di *Maxsurf*. Toleransi selisih antara model kapal dan data kapal sebenarnya yang diizinkan adalah kurang dari 5%.

Peraturan yang dipakai adalah Biro Klasifikasi Indonesia (BKI), peraturan Internasional yang mengatur keselamatan jiwa di laut (SOLAS), dan peraturan garis muat Indonesia untuk lambung timbul minimum (Arifin, 2013).

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan pemenuhan kriteria stabilitas dan *trim* pada kapal. Pemeriksaan dilakukan dengan bantuan *software Hydromax* dengan pemenuhan kriteria stabilitas dan *trim* sesuai dengan IMO (Sugiarso, 2008)

Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan biaya konversi setelah desain telah memenuhi semua kriteria teknis. Harga yang ada mengacu pada standar perbaikan kapal di sebuah perusahaan galangan kapal.

II.2.5. Stabilitas

Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ).

Secara umum hal-hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar yaitu :

1. Faktor internal yaitu tata letak barang/cargo, bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan.
2. Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai

Titik penting stabilitas kapal antara lain yaitu;

1. KM (Tinggi titik metasentris di atas lunas)

KM ialah jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M, atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung (KB) dan jarak titik apung ke metasentris (BM), sehingga KM dapat dicari dengan rumus $KM = KB + BM$.

2. KB (Tinggi titik apung dari lunas)

Letak titik B di atas lunas bukanlah suatu titik yang tetap, akan tetapi berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat atau senget kapal (Wakidjo, 1972).

Menurut Rubianto (1996), nilai KB dapat dicari berdasarkan ketentuan :

- Untuk kapal tipe plat *bottom*, $KB = 0.50d$
- Untuk kapal tipe V *bottom*, $KB = 0.67d$
- Untuk kapal tipe U *bottom*, $KB = 0.53d$

3. BM (Jarak titik apung ke metasentris)

Menurut Usman (1981), BM dinamakan jari-jari metasentris atau metasentris

radius karena bila kapal mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B merupakan sebagian busur lingkaran dimana M merupakan titik pusatnya dan BM sebagai jari-jarinya. Titik M masih bisa dianggap tetap karena sudut olengnya kecil (100-150).

Lebih lanjut dijelaskan Rubianto (1996) :

$$BM = b^2/10d \quad (II.1)$$

dimana : b = lebar kapal (m)

d = *draft* kapal (m)

4. KG (Tinggi titik berat dari lunas)

Nilai KB untuk kapal kosong diperoleh dari percobaan stabilitas (*inclining experiment*), selanjutnya KG dapat dihitung dengan menggunakan dalil momen. Nilai KG dengan dalil momen ini digunakan bila terjadi pemuatan atau pembongkaran di atas kapal dengan mengetahui letak titik berat suatu bobot di atas lunas yang disebut dengan *vertical centre of gravity* (VCG) lalu dikalikan dengan bobot muatan tersebut sehingga diperoleh momen bobot tersebut, selanjutnya jumlah momen-momen seluruh bobot di kapal dibagi dengan jumlah bobot menghasilkan nilai KG pada saat itu.

5. GM (Tinggi metasentris)

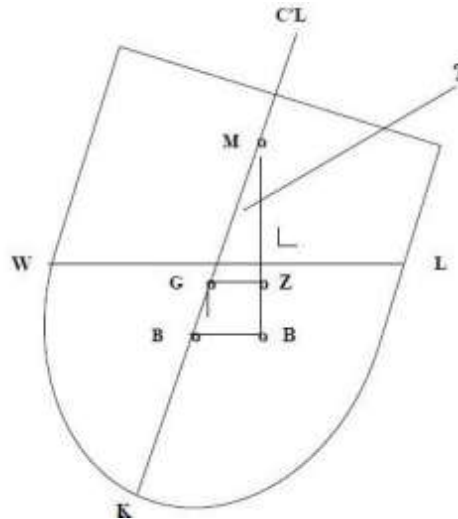
Tinggi metasentris atau *metacentris high* (GM) merupakan jarak tegak antara titik G dan titik M.

$$GM = KM - KG \quad (II.2)$$

$$GM = (KB + BM) - KG \quad (II.3)$$

6. Momen Penegak (*Righting Moment*) dan Lengan Penegak (*Righting Arms*)

Momen penegak adalah momen yang akan mengembalikan kapal ke kedudukan tegaknya setelah kapal miring karena gaya-gaya dari luar dan gaya-gaya tersebut tidak bekerja lagi (Rubianto, 1996). Momen penegak atau lengan penegak Pada waktu kapal miring, maka titik B pindah ke B1, sehingga garis gaya berat bekerja ke bawah melalui G dan gaya keatas melalui B1 . Titik M merupakan busur dari gaya-gaya tersebut. Bila dari titik G ditarik garis



Sumber: Rohmadhana, 2015

Gambar II. 16 Sketsa Momen Penegak atau Pengembali

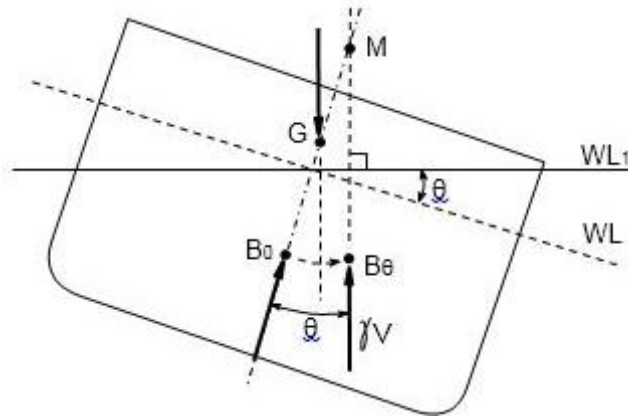
Beberapa hal yang perlu diketahui sebelum melakukan perhitungan stabilitas kapal antara lain adalah :

- Berat benaman (isi kotor) atau displasemen adalah jumlah ton air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tenggelam dalam air.
- Berat kapal kosong (*Light Displacement*) yaitu berat kapal kosong termasuk mesin dan alat-alat yang melekat pada kapal.
- *Operating load* (OL) yaitu berat dari sarana dan alat-alat untuk mengoperasikan kapal dimana tanpa alat ini kapal tidak dapat berlayar

Pada prinsipnya, keadaan stabilitas ada tiga, yaitu:

- Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)

Suatu keadaan dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas mantap sewaktu menyenget mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali

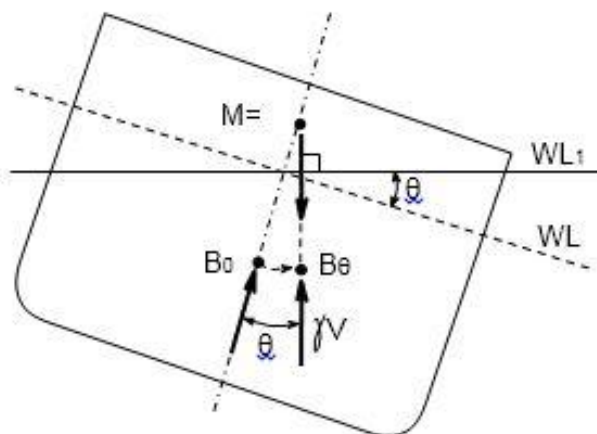


Sumber: Rohmadhana, 2015

Gambar II. 17 Kondisi Stabilitas Positif

- Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. Maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu menyenget. Dengan kata lain bila kapal senget tidak ada MP maupun momen penerus sehingga kapal tetap miring pada sudut senget yang sama, penyebabnya adalah titik G terlalu tinggi dan berhimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan di bagian atas kapal.



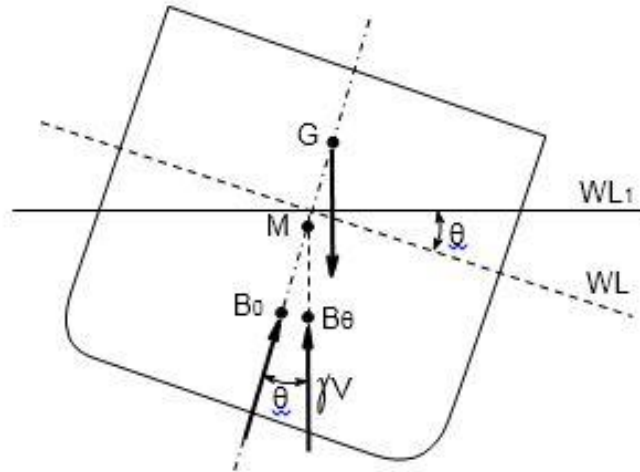
Sumber: Rohmadhana, 2015

Gambar II. 18 Kondisi Stabilitas Netral

- Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu menyenget tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan

sudut sengetnya akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik. Atau suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar, maka timbullah sebuah momen yang dinamakan momen penerus atau *healing moment* sehingga kapal akan bertambah miring.



Sumber: Rohmadhana, 2015

Gambar II. 19 Kondisi Stabilitas Negatif

Pengecekan perhitungan stabilitas menggunakan kriteria berdasarkan *Intact Stability (IS) Code* Reg. III/3.1, yang isinya adalah sebagai berikut:

1. $e_{0,30} \geq 0.055$ m.rad, luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055$ meter rad.
2. $e_{0,40} \geq 0.09$ m.rad, luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09$ meter rad.
3. $e_{30,40} \geq 0.03$ m.rad, luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \sim 40^\circ \geq 0.03$ meter
4. $h_{30} \geq 0.2$ m, lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 meter pada sudut oleng 30° atau lebih.
5. h_{\max} pada $\phi_{\max} \geq 25^\circ$, lengan penegak maksimum harus terletak pada sudut oleng lebih dari 25°
6. $GM_0 \geq 0.15$ m, tinggi metasenter awal GM_0 tidak boleh kurang dari 0.15 meter

Sedangkan kriteria stabilitas tambahan untuk kapal penumpang adalah sebagai berikut:

1. Sudut oleng akibat penumpang bergerombol di satu sisi kapal tidak boleh melebihi 10°.
2. Sudut oleng akibat kapal berbelok tidak boleh melebihi 10° jika dihitung dengan rumus berikut :

$$M_R = 0.196 \frac{V_0^2}{L} \Delta (KG - \frac{d}{2}) \quad (\text{II.4})$$

Dengan

M_R = momen oleng (kN.m)

V_0 = kecepatan dinas (m/s)

L = panjang kapal pada bidang air (m)

Δ = *displacement* (ton)

d = sarat rata-rata (m)

KG = tinggi titik berat di atas bidang dasar (m)

II.2.6. Lambung Timbul (*Freeboard*)

Freeboard adalah hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal dimana tinggi kapal termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, sedangkan sarat T diukur pada sarat musim panas.

Besarnya *freeboard* adalah panjang yang diukur sebesar 96% panjang garis air (LWL) pada 85% tinggi kapal *moulded*. Untuk memilih panjang *freeboard*, pilih yang terpanjang antara Lpp dan 96% LWL pada 85% Hm. Lebar *freeboard* adalah lebar *moulded* kapal pada *midship* (Bm). Dan tinggi *freeboard* adalah tinggi yang diukur pada *midship* dari bagian atas *keel* sampai pada bagian atas *freeboard deck beam* pada sisi kapal ditambah dengan tebal pelat *stringer* (senta) bila geladak tanpa penutup kayu.

Adapun langkah untuk menghitung *freeboard* berdasarkan *Load Lines* 1996 dan *Protocol of 1988* adalah sebagai berikut:

- Input data yang dibutuhkan
 - a. Perhitungan
 - i. Tipe kapal

Tipe A : kapal dengan persyaratan salah satu dari syarat berikut:

1. Kapal yang didesain memuat muatan cair dalam bentuk curah
2. Kapal yang mempunyai integritas tinggi pada geladak terbuka dengan akses bukaan ke kompartemen yang kecil, ditutup sekat penutup baja yang kedap atau material yang *equivalent*
3. Mempunyai permeabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh

Kapal tipe A: *tanker*, *LNG carrier*

Kapal tipe B: kapal yang tidak memenuhi persyaratan pada kapal tipe A. *Grain carrier*, *ore carrier*, *general cargo*, *passengers ship*.

ii. *Freeboard standard*

Yaitu *freeboard* yang tertera pada tabel *standard freeboard* sesuai dengan tipe kapal.

iii. Koreksi

1. Koreksi untuk kapal yang panjang kurang dari 100m
2. Koreksi *block coefficient* (C_b)
3. Koreksi tinggi kapal
4. Tinggi standart bangunan atas dan koreksi bangunan atas
5. Koreksi bangunan atas
6. Minimum *bow height*

Tabel II. 6 Koreksi Tinggi Standart dan Koreksi Bangunan Atas

L [m]	Standart Height [m]	
	<i>Raised Quarterdeck</i>	<i>Other Superstructure</i>
30 or less	0.9	1.8
75	1.2	1.8
125 or more	1.8	2.3

Tabel II. 7 Prosentase Pengurangan untuk Kapal Tipe 'A'

x. L	Total Panjang Efektif <i>Superstructure</i>										
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Prosentase Pengurangan	0	7	14	21	31	41	52	63	75.3	87.7	100

Sumber: *International Convention on Load Lines 1996 and Protocol of 1988*

Tabel II. 8 Prosentase Pengurangan untuk Kapal Tipe 'B'

x. L	Line	Total Panjang Efektif <i>Superstructure</i>										
		0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Kapal dengan <i>forecastle</i> dan tanpa <i>bridge</i>	I	0	5	10	15	23.5	32	46	63	75.3	87.7	100
Kapal dengan <i>forecastle</i> dan <i>bridge</i>	II	0	6.3	12.7	19	27.5	36	46	63	75.3	87.7	100

Sumber: *International Convention on Load Lines 1996 and Protocol of 1988*

II.2.7. Perencanaan *Safety Plan*

Desain *safety plan* terdiri dari *life saving appliances* dan *fire control equipment*. *Life saving appliances* merupakan standar keselamatan yang harus dipenuhi oleh suatu kapal untuk menjamin keselamatan dari awak kapal dan penumpang ketika terjadi keadaan darurat. *Fire control equipment* merupakan standar sistem pemadam kebakaran yang harus ada pada kapal. Regulasi dari *life saving appliances* mengacu pada *LSA Code*. Sementara *fire control equipment* mengacu pada *FSS Code*.

II.2.7.1. Life Saving Appliances

Sesuai dengan *LSA code Reg. I/1.2.2*, seluruh perlengkapan *life saving appliances* harus mendapat persetujuan dari badan klasifikasi terkait terlebih dulu. Sebelum persetujuan diberikan, seluruh perlengkapan *life saving appliances* harus melalui serangkaian pengetesan untuk memenuhi standar keselamatan yang ada dan bekerja sesuai fungsinya dengan baik.

a) *Lifebuoy*

Menurut LSA code Chapter II part 2.1, spesifikasi umum *lifebuoy* antara lain sebagai berikut:

1. Memiliki diameter luar tidak lebih dari 800 mm dan diameter dalam tidak kurang dari 400 mm
2. Mampu menahan beban tidak kurang dari 14.5 kg dari besi di air selama 24 jam.
3. Mempunyai massa tidak kurang dari 2.5 kg
4. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik.

Spesifikasi *lifebuoy self-igniting lights* pada *lifebuoy* adalah:

1. Memiliki lampu berwarna putih yang dapat menyala dengan intensitas 2 cd pada semua arah dan memiliki sumber energi yang dapat bertahan hingga 2 jam

Spesifikasi *lifebuoy self-activating smoke signals* pada *lifebuoy* adalah:

1. Dapat memancarkan asap dengan warna yang mencolok dengan rating yang seragam dalam waktu tidak kurang dari 15 menit ketika mengapung di atas air tenang.
2. Tidak mudah meledak atau memancarkan api selama waktu pengisian emisi pada sinyal
3. Dapat tetap memancarkan asap ketika seluruh bagian tercelup ke dalam air tidak kurang dari 10 detik.

Spesifikasi *lifebuoy with line* pada *lifebuoy* adalah:

1. Tidak kaku
2. Mempunyai diameter tidak kurang dari 8 mm
3. Mempunyai kekuatan patah tidak kurang dari 5 Kn



Sumber: Rohmadhana, 2015

Gambar II. 20 Kategori *Lifebuoy*

Gambar II.20 menjelaskan tipe-tipe *lifebuoy* yang digunakan pada kapal yang terbagi menjadi 4 kategori

b) *Lifejacket*

LSA Code Chapter II Part 2.2

○ Persyaratan umum *lifejacket*

1. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik
2. *Lifejacket* dewasa harus dibuat sedemikian rupa sehingga:
 - Setidaknya 75% dari total penumpang yang belum terbiasa dapat dengan benar-benar menggunakan hanya dalam jangka waktu 1 menit tanpa bantuan, bimbingan atau penjelasan sebelumnya.
 - Setelah demonstrasi, semua orang benar-benar dapat menggunakan dalam waktu 1 menit tanpa bimbingan
 - Nyaman untuk digunakan
 - Memungkinkan pemakai untuk melompat dari ketinggian kurang lebih 4.5 m ke dalam air tanpa cedera dan tanpa mencabut atau merusak *lifejacket* tersebut.
3. Sebuah *lifejacket* dewasa harus memiliki daya apung yang cukup dan stabilitas di air tenang
4. Sebuah *lifejacket* dewasa harus memungkinkan pemakai untuk berenang jangka pendek ke *survival craft*.
5. Sebuah *lifejacket* harus memiliki daya apung yang tidak kurang lebih dari 5% setelah 24 jam perendaman di air tawar.
6. Sebuah *lifejacket* harus dilengkapi dengan peluit beserta tali.

○ *Lifejacket lights*

1. Setiap *lifejacket lights* harus:

- Memiliki intensitas cahaya tidak kurang dari 0.75 cd di semua arah belahan atas
- Memiliki sumber energi yang mampu memberikan intensitas cahaya dari 0.75 cd untuk jangka waktu minimal 8 jam.
- Berwarna putih

2. Jika lampu yang dijelaskan di atas merupakan lampu berkedip, maka:

- Dilengkapi dengan sebuah saklar yang dioperasikan secara manual, dan
- Tingkat berkedip tidak kurang dari 50 kedipan dan tidak lebih dari 70 kedip per menit dengan intensitas cahaya yang efektif minimal 0.75 cd.



Sumber: Rohmadhana, 2015

Gambar II. 21 Spesifikasi Gambar *Life Jacket*

Gambar II.21 menjelaskan tentang klasifikasi *lifejackets* dimana *lifejackets* terbagi untuk orang dewasa dan untuk anak-anak serta balita.

c) *Lifeboat*

Lifeboats merupakan satu alat keselamatan yang paling penting di atas kapal, yang digunakan pada saat keadaan darurat untuk meninggalkan kapal. Ada 2 jenis *lifeboats* utama yang biasa digunakan, antara lain:

1. *Davit-operated lifeboats*

Merupakan jenis *lifeboats* yang penurunannya dioperasikan dengan sistem *davit*, yaitu dengan menggunakan bantuan mekanik dan diturunkan dari bagian samping kapal. Dalam satu kapal wajib ada 2 *lifeboat* yang masing-masing diletakkan pada bagian *port side* &

starboard side. Satu lifeboat yaitu totally enclosed lifeboat, partially enclosed lifeboat, dan open lifeboat



Sumber: www.nauticexpo.com

Gambar II. 22 Contoh *Davit Operated Lifeboat*

Gambar II. 22 menggambarkan *lifeboats* yang dioperasikan menggunakan *davit* dimana *lifeboats* tidak diluncurkan secara langsung.

2. *Free-fall lifeboats*

Merupakan jenis *lifeboat* yang penurunannya diluncurkan dari kapal. Untuk semua kapal *bulk carrier* yang dibangun setelah tanggal 1 Juli 2006 wajib menggunakan *free-fall lifeboat* (SOLAS Reg. III/31). Pada satu kapal dipasang *free-fall lifeboat* di bagian belakang kapal. Sama dengan *davit-operated lifeboat*, minimal mampu menampung seluruh *crew* kapal.



Sumber: marineinsight.com

Gambar II. 23 *Freefall Lifeboat*

Gambar II.23 menggambarkan *lifeboat* tipe *freefall* biasa ditempatkan pada *boat deck*.

d) *Liferaft*

Liferaft adalah perahu penyelamat berbentuk kapsul yang ada di kapal yang digunakan sebagai alat menyelamatkan diri bagi semua penumpang kapal dalam keadaan bahaya yang mengharuskan semua penumpang untuk keluar dan menjauh dari kapal tersebut. Kapasitas *liferaft* tergantung dari besar kecilnya kapal dan banyaknya *crew*. *Liferaft* ini akan diletakkan menggantung di pinggir sebelah kanan kapal (*starboard side*) dan sebelah kiri kapal (*port side*).



Sumber: wikipedia.com

Gambar II. 24 *Liferaft*

Penggunaan *liferafts* biasa digunakan untuk kapal-kapal kecil atau dengan destinasi yang relatif dekat seperti terlihat pada Gambar II.24

e) *Muster / Assembly Station*

Menurut *MSC/Circular.699 – Revised Guidelines for Passsanger Safety Instruatuons – (adopted on July 17, 1995) – Annex – Guidelines for Passanger Safety Instructions – 2 signs*. Ketentuan *muster station* adalah:

1. *Muster station* harus diidentifikasi dengan *muster station symbol*.
2. Simbol *muster station* harus diberi ukuran secukupnya dan diletakkan di *muster station* serta dipastikan untuk mudah terlihat.



Sumber: Rohmadhana, 2015

Gambar II. 25 Tanda *Muster Station*

Muster station digunakan sebagai titik kumpul evakuasi jika terjadi suatu bencana yang tidak terduga sebelumnya.

II.2.7.2. Fire Control Equipment

Berikut ini adalah beberapa contoh jenis *fire control equipment* yang biasanya dipasang di kapal:

1. *Fire valve*

Adalah katup yang digunakan untuk kondisi kebakaran.

2. *Master valve*

Adalah katup utama yang digunakan untuk membantu fire valve dan valve yang lainnya.

3. *Emergency fire pump*

FSS Code (Fire Safety System) Chapter 12

Kapasitas pompa tidak kurang dari 40% dari kapasitas total pompa kebakaran yang dibutuhkan oleh peraturan II-2/10.2.2.4.1

4. *Fire pump*

SOLAS Chapter II-2 Part C Regulation 10.2.2 Water Supply System

Kapal harus dilengkapi dengan pompa kebakaran yang dapat digerakkan secara independen (*automatic*)

5. *Fire hose reel with spray jet nozzle & hydrant*

Menurut *SOLAS Reg. II/10-2*, panjang *fire hose* minimal adalah 10 m, tetapi tidak lebih dari 15 m di kamar mesin, 20 m di geladak terbuka, dan 25 m di geladak terbuka untuk kapal dengan lebar mencapai 30 m.

6. *Portable CO₂ fire extinguisher*

SOLAS Chapter II-2 Part C Regulation 10.3.2.3

Pemadam kebakaran jenis CO₂ tidak boleh ditempatkan pada ruangan akomodasi. Berat dan kapasitas dari pemadam kebakaran *portable*:

- a. Berat pemadam kebakaran *portable* tidak boleh lebih dari 23 kg.
- b. Untuk pemadam kebakaran jenis *powder* atau CO₂ harus mempunyai kapasitas minimal 5 kg dan untuk jenis *foam* kapasitas minimal 9 L

7. *Portable foam extinguisher*

FSS Code, Chapter 4.2 Fire Extinguisher

Setiap alat pemadam yang berupa bubuk atau CO₂ harus memiliki kapasitas minimal 5 kg, dan untuk pemadam kebakaran yang berupa busa (*foam*) harus memiliki kapasitas paling sedikit 9 L.

8. *Portable dry powder extinguisher*

SOLAS Chapter II-2 Part G Reg. 19 3.7

Alat pemadam kebakaran *portable* dengan total kapasitas minimal 12 kg bubuk kering atau setara dengan keperluan para ruang muat. Pemadam ini harus ditambahkan dengan pemadam jenis lain yang diperlukan pada bab ini.

9. *Bell fire alarm*

MCA Publication LY2 section 13.2.9 Life Saving Appliance

Untuk kapal kurang dari 500 GT, alarm ini dapat terdiri dari peluit atau sirine yang daapy didengar di seluruh bagian kapal. Untuk kapal 500 GT dan di atasnya, kebutuhannya berdasarkan 13.2.9.1 harus dilengkapi dengan bel dan dioperasikan secara elektrik atau sistem klakson, yang menggunakan energi utama dari kapal dan juga energi saat gawat darurat.

10. *Push button for fire alarm*

Push button for general alarm ini digunakan / ditekan apabila terjadi tanda bahaya yang disebabkan apa saja dan membutuhkan peringatan menyeluruh pada kapal secepat mungkin.

11. *Smoke Detector* dipasang pada seluruh tangga, koridor dan jalan keluar pada ruangan akomodasi. Pertimbangan diberikan pemasangan *smoke detector* untuk tujuan tertentu dengan pipa ventilasi.

12. *CO₂ nozzle*

Adalah *nozzle* untuk memadamkan kebakaran dengan menggunakan karbon dioksida.

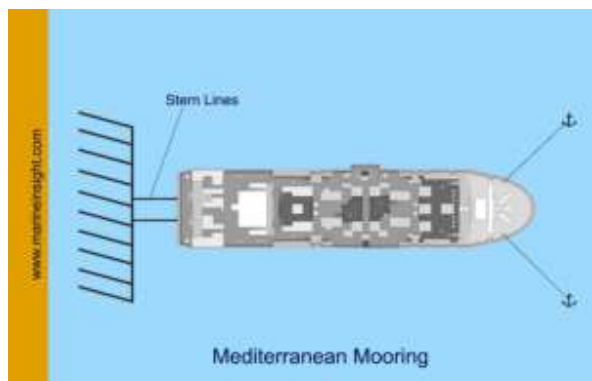
13. Fire alarm panel

HSC Code – Chapter 7 – Fire Safety – Part A – General – 7.7 Fire detection and extinguishing systems. Control panel harus diletakkan pada ruangan atau pada *main fire control*

II.2.8. Mooring System (Sistem Tambat)

Mooring system berfungsi untuk mengamankan kapal atau bangunan apung untuk tetap berada pada posisinya. Kapal atau bangunan apung umumnya menerima beban dan tekanan baik dari gelombang maupun arus di laut. Berikut beberapa jenis metode tambat yang sering digunakan:

1. *Mediterranean Mooring*. Pada sistem *mooring* ini, perhitungan harus dilakukan terlebih dahulu dan menggunakan mesin sebagai penggerak. Kapal tersebut ditahan dengan menggunakan dua buah jangkar pada bagian *fore* dan kemudian dipasang *stern lines*.

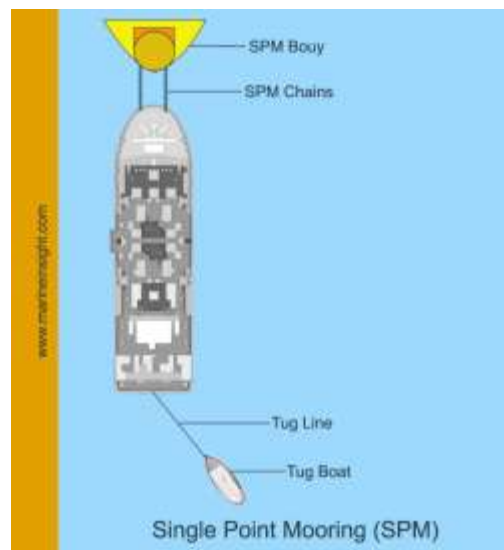


Sumber: marineinsight.com

Gambar II. 26. *Mediterranean Mooring System*

2. *Running Mooring*. *Mooring* pada sistem ini membutuhkan waktu yang relatif singkat. *Starboard anchor* dilepaskan pada jarak 4-5 *shackles* dari posisi akhir pada *bow* dan pada jarak kurang lebih 9 *shackles* pada saat bergerak maju dengan mesin. Kemudian *port anchor* dilepaskan. Metode ini memperkecil ruang untuk bergerak dan mengurangi beban pada *windlass*.
3. *Standing Mooring* diaplikasikan pada saat terjadi *cross winds*. Sistem ini membutuhkan waktu yang lebih lama dan *windlass* menerima beban yang cukup banyak.

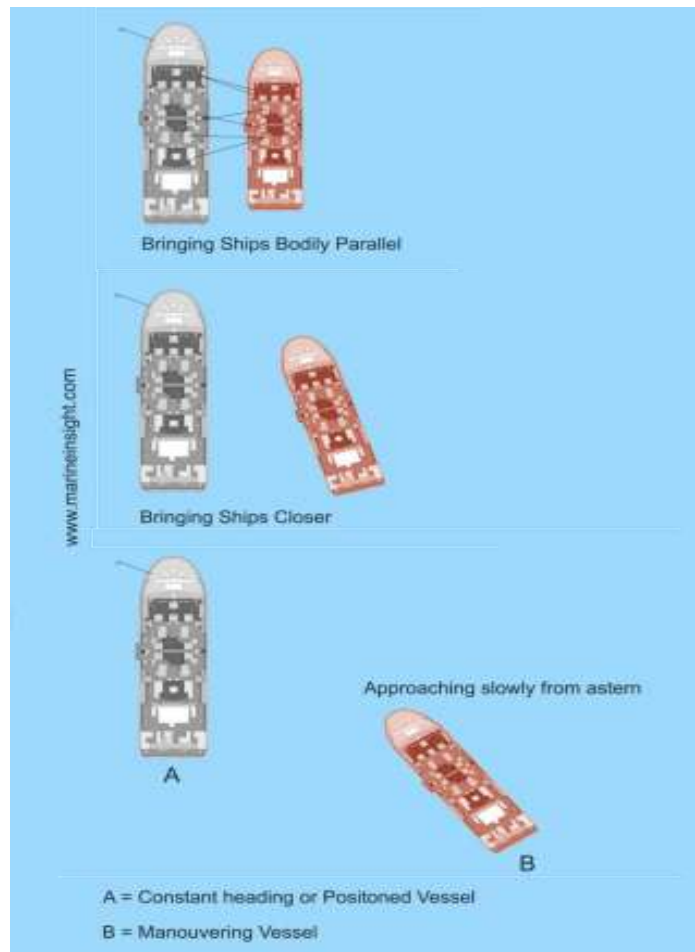
4. *Single Point/Single Buoy Mooring*. Seringkali kapal dengan ukuran yang cukup besar tidak dapat memasuki pelabuhan atau dermaga sehingga bersauh di luar pelabuhan dan kemudian *cargo transfer* dilakukan dengan bantuan *single point* atau *single buoy moorings*. Pada sistem ini, *buoy* harus dapat mempertahankan posisinya dan kapal, tetapi juga memberikan ruang gerak bagi kapal untuk mengikuti pergerakan angin dan ombak. *Tugboat* biasanya digunakan untuk mempertahankan *angle* yang dibutuhkan.



Sumber: marineinsight.com

Gambar II. 27. *Single Point Mooring System*

5. *Conventional/Multi Buoy Mooring*. Pada sistem tambat ini, bagian *bow* ditahan dengan menggunakan kedua jangkar sementara pada bagian *stern* diikat pada *buoy* disekitarnya. Mesin harus digunakan dengan sangat hati-hati untuk menghindari terjadinya pergerakan berlebih pada *stern* ke arah *buoy* di sekitarnya. Sistem tambat jenis ini membutuhkan kemampuan *maneuvering* dan ketanggapan *crew* kapal.
6. *Ship to Ship Mooring*. Pada sistem tambat ini melibatkan tambat pada dua kapal berbeda atau dengan ukuran yang sama untuk *cargo transfer*. Pada pengoperasiannya, salah satu atau kedua kapal tengah bersauh.



Sumber: marineinsight.com

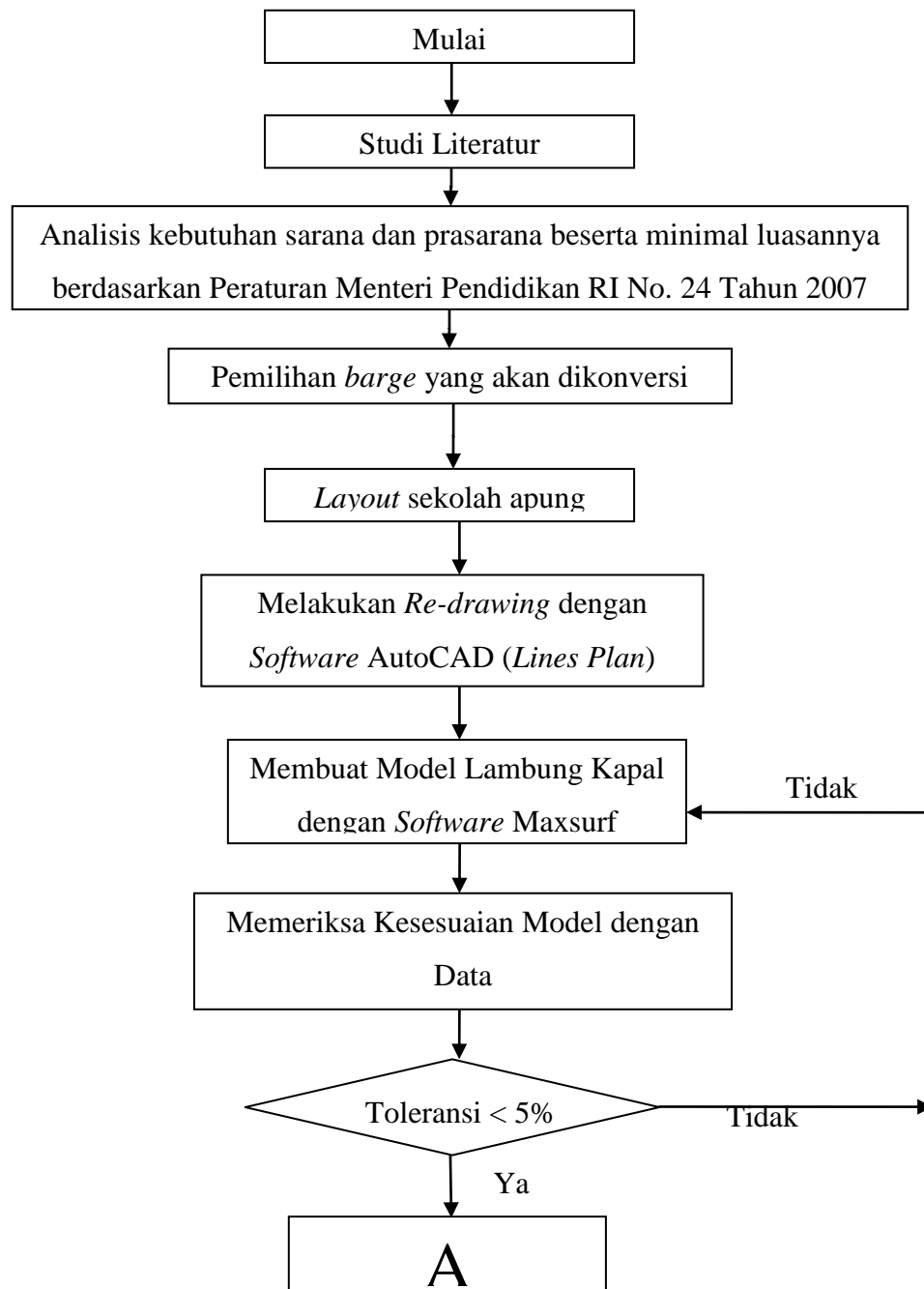
Gambar II. 28. *Ship to Ship Transfer Mooring System*

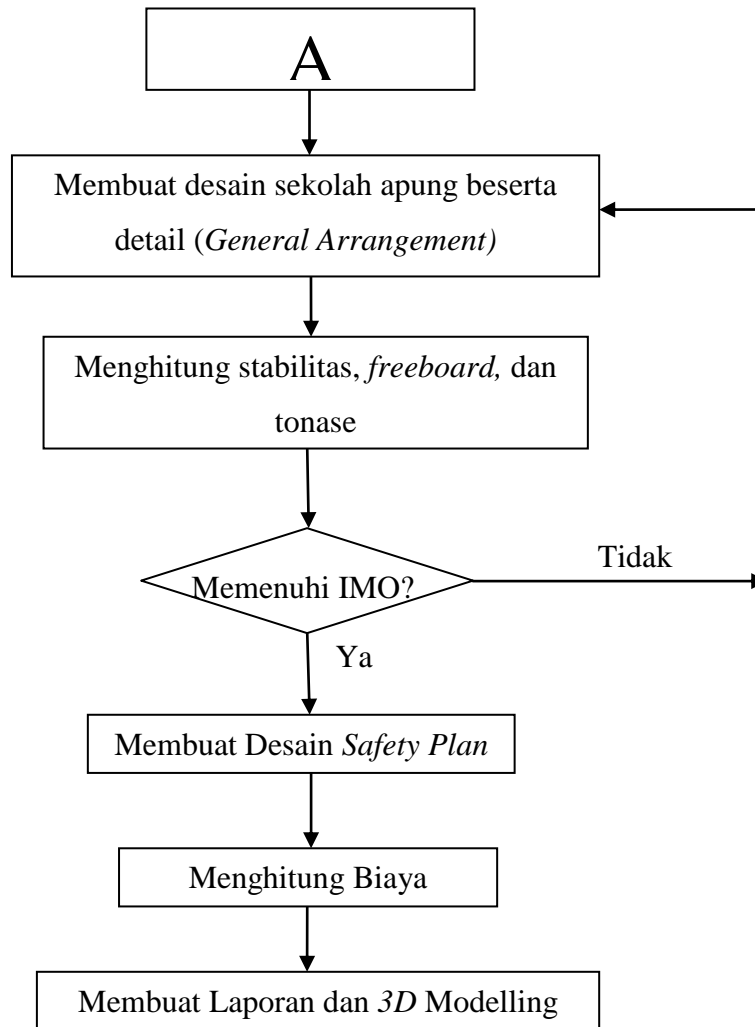
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Diagram Alir

Diagram alir (*flowchart*) dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1, sebagai berikut:





Gambar III. 1 Diagram Alir

III.2. Tahap Pengerjaan

1. Pengumpulan Data

Sebelum analisis konversi *barge* menjadi sekolah apung dilakukan, terlebih dahulu harus didapatkan data-data yang dibutuhkan, di antaranya *Principal Dimensions*, *Lines Plan*, *General Arrangement* dari *barge* yang akan digunakan. Selain itu juga ditentukan jenis dan ukuran *barge* yang akan digunakan.

2. Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan pembelajaran dan pengumpulan teori-teori yang berkaitan dengan analisis konversi *barge* menjadi sekolah apung, yang meliputi standar pembuatan sekolah, perhitungan stabilitas, *freeboard*, desain *mooring system*, dan biaya konversi

3. **Penggambaran Ulang (*Re-Drawing*)**

Penggambaran ulang dilakukan pada *General Arrangement Barge* dengan menggunakan bantuan *software AutoCAD*. Penggambaran ulang ini bertujuan untuk mempermudah proses perencanaan modifikasi *barge* menjadi sekolah apung.

4. **Pemodelan Lambung Kapal**

Pemodelan lambung dilakukan pada *barge* dengan tujuan agar analisis yang dilakukan akan didapat hasil yang akurat, terutama pada perhitungan stabilitas kapal. Pemodelan kapal ini dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf*

5. **Modifikasi *Deck* Menjadi Sekolah**

Dilakukan proses modifikasi pada *Barge* menjadi sekolah apung. Modifikasi yang dilakukan berupa pengalihan fungsi geladak utama *Barge* menjadi geladak utama sekolah.

6. **Perhitungan Stabilitas dan *Freeboard***

Pemeriksaan stabilitas dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf* dengan kriteria mengacu pada *Intact Stability (IS) Code*, IMO. Sementara perhitungan *freeboard* dilakukan pada kondisi kapal sebelum dan sesudah dilakukan konversi yang mengacu pada *International Convention on Load Lines (ICLL)*, 1996.

7. **Desain *Safety Plan***

Safety plan dilakukan pada kondisi kapal telah dikonversi. Dimana jumlah penumpang dijadikan perhitungan dalam penentuan jumlah peralatan keselamatan. *Safety plan* kapal mengacu pada SOLAS 1974.

8. **Menghitung Biaya Konversi**

Perhitungan biaya yang dilakukan hanya mencakup perhitungan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan konversi.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB IV

ANALISIS TEKNIS

IV.1. Pendahuluan

Analisis teknis dilakukan pada *deck* dari *barge* yang didesain oleh PT. Marine CadCam Indonesia menjadi sekolah apung. *Barge* yang dipilih berukuran 250 ft dengan pertimbangan banyaknya jumlah peserta didik sebanyak 180 orang atau 6 rombongan belajar. Ruang kelas untuk ke-6 rombongan belajar ini didesain seluas kelas yang disyaratkan pada Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No.24 Tahun 2007. Dalam peraturan tersebut dituliskan bahwa rasio luas adalah 2m²/ peserta didik, dengan lebar minimum 5m. Dengan demikian, untuk satu kelas dibutuhkan 60m² dan 360m² untuk 6 buah ruang kelas. Dalam kasus ini, konversi diperuntukkan wilayah Pulau Kelapa yang terletak di Kepulauan Seribu.

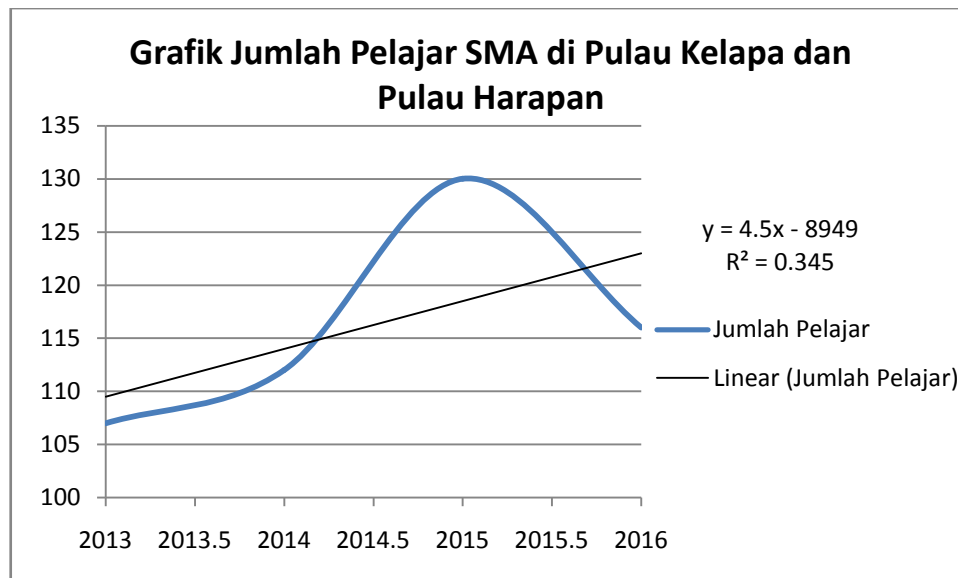
Analisis teknis pada konversi kapal ini meliputi beberapa aspek sebagai berikut:

1. Modifikasi *barge* menjadi sekolah apung sesuai dengan kriteria pembangunan sekolah dengan memperhitungkan keadaan *barge*.
2. Perhitungan dan pemeriksaan kriteria *freeboard* dan *tonnage* mengacu pada *International Convention on Load Lines* (ICLL) 1966/1988 dan *International Convention on Tonnage Measurement of Ships* 1969 dari *International Maritime Organization* (IMO).
3. Pemeriksaan kondisi keseimbangan kapal sebelum dan setelah dilakukan konversi meliputi pemeriksaan kriteria stabilitas berdasarkan *Intact Stability* (IS) *Code* IMO dan kriteria *trim* berdasarkan SOLAS 1974 Reg. II/7
4. Perencanaan *safety plan* setelah dilakukan konversi yang mengacu pada SOLAS 1974

IV.2. Pemilihan *Barge*

Sebelum dilakukan proses modifikasi untuk konversi *barge* menjadi sekolah apung, terlebih dahulu ditentukan ukuran dari *barge* yang akan digunakan. Hal yang ditentukan pertama kali adalah jumlah dari siswa/i yang dapat ditampung dalam sekolah apung tersebut. Untuk memperkirakan jumlah pelajar yang akan menempuh jenjang pendidikan

menengah atas, dilakukan metode *forecasting* dengan menggunakan data kelulusan dari pelajar SMP di Pulau Harapan.



Gambar IV. 1 Grafik Jumlah Pelajar SMA di Pulau Kelapa dan Pulau Harapan

Berdasarkan grafik pada gambar IV.1, didapatkan perkiraan jumlah siswa yang akan mendaftar pada tahun 2017 sebanyak 115 pelajar untuk Pulau Harapan dan Pulau Kelapa. Maka, dari hasil perhitungan tersebut, ditentukan dalam sekolah apung tersebut akan menampung 9 rombongan belajar dengan masing-masing rombongan belajar terdiri dari 32 pelajar.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan No.24 Tahun 2007, luas minimum lantai bangunan sekolah dibagi sebagaimana tercantum pada tabel IV.1 berikut:

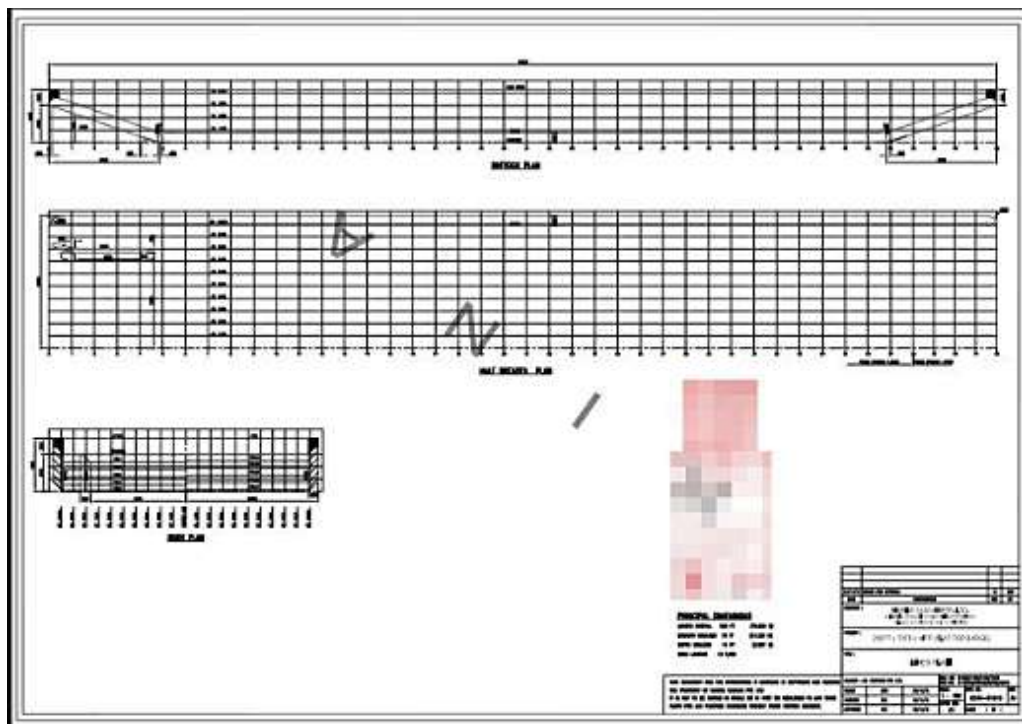
Tabel IV. 1 Luas Minimum Lantai Bangunan Sekolah

No	Jumlah Rom.Belajar	Luas minimum lantai bangunan (m ²)		
		Bangunan satu lantai	Bangunan dua lantai	Bangunan tiga lantai
1	3	650	-	-
2	4-6	770	840	-
3	7-9	920	990	1020
4	10-12	1080	1150	1180
5	13-15	1220	1310	1360
6	16-18	1350	1450	1500
7	19-21	1530	1630	1680
8	22-24	1700	1830	1890
9	25-27	1870	2000	2060

Dari Tabel IV.1, luas minimum lantai bangunan dengan 9 rombongan belajar adalah 920 m² untuk bangunan satu lantai, 990 m² untuk bangunan dua lantai, dan 1020 m² untuk bangunan tiga lantai. Selain untuk bangunan, diperhitungkan juga luas bangunan dengan rasio minimum 2 m²/peserta didik. Sehingga didapatkan minimum luas lapangan 600 m². Maka, diambil kesimpulan *barge* yang digunakan memiliki luas geladak minimum 1600 m². Dari perhitungan tersebut, dipilih *barge* berukuran 250 ft yang memiliki luas geladak 1625 m² untuk dilakukan konversi.

IV.3. Analisis Data *Barge* Sebelum Konversi

Barge yang digunakan merupakan *barge* yang didesain oleh PT. Marine CadCam Indonesia. Data yang didapatkan berupa *principal dimension*, *lines plan*, dan *general arrangement*.



Gambar IV. 2 *Linesplan Barge*

Pada Gambar IV.2 ditunjukkan *linesplan* awal dari *barge* yang didesain oleh PT. Marine CadCam Indonesia. Data tersebut didapat dalam format PDF. Sedangkan untuk dapat digunakan pada *software Maxsurf*, file tersebut harus diubah ke dalam bentuk DXF dan *image*. Maka, data tersebut harus diubah ke dalam format JPEG terlebih dahulu. Setelah diubah ke dalam format JPEG, *lines plan* dibagi menjadi tiga bagian, yaitu *body plan*, *sheer plan*, dan *half breadth plan* untuk mempermudah ketika import file ke *Maxsurf*.

Principal dimensions Barge adalah sebagai berikut:

1. Data Kapal


- Tipe kapal : Pontoon
- *Gross Tonnage* : 1756 ton
- *Builder* : PT. ASL Shipyard Indonesia

2. Ukuran Utama

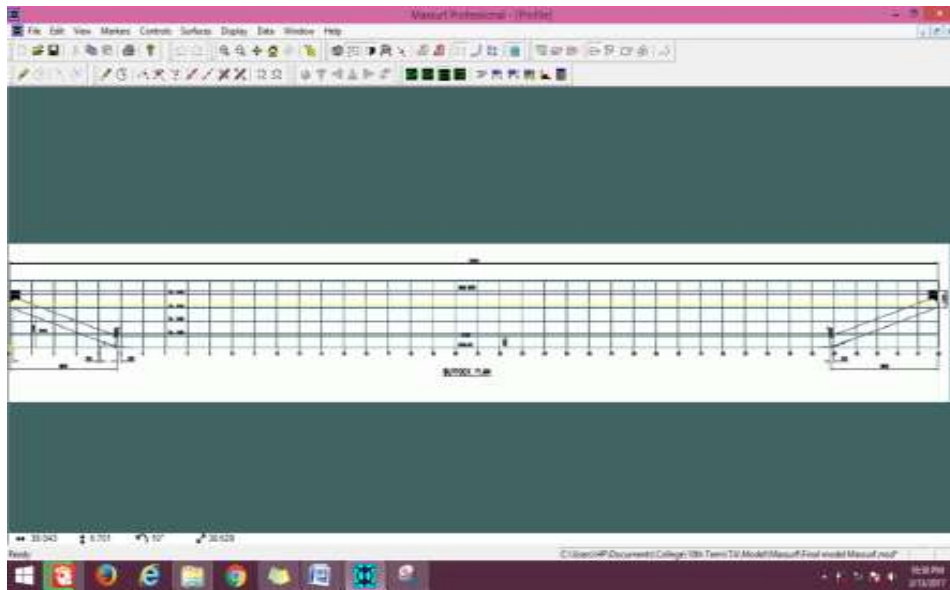
- *Length of Overall (LOA)* : 76.2 m
- *Length B.P* : 76.2 m
- *Length W.L* : 76.2 m
- *Breadth mld.* : 21.336 m
- *Depth mld.* : 4.267 m
- *Design Draft (mld)* : 3.290 m
- *Displacement at Load Draft*: 4871.97 ton
- *Lightship Weight* : 827 ton
- *Deadweight at Load Draft* : 4044.97 ton

IV.3.1. Pemodelan Lambung *Barge*

Tujuan pemodelan lambung *barge* adalah untuk memperoleh perhitungan dan analisis yang lebih akurat, seperti pada perhitungan stabilitas, *freeboard*, dan titik berat. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf*.

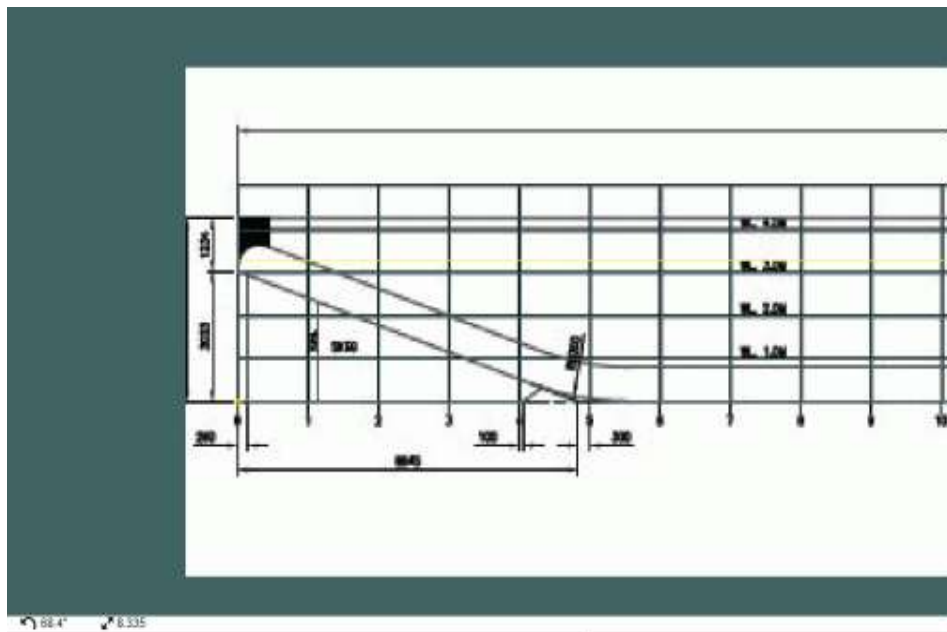
1. Buka *software Maxsurf*, klik *menu file-new design* atau klik ikon  untuk memulai proses desain. Kemudian atur unit satuan yang akan digunakan dengan klik *menu data-units*, pilih unit satuan *metres* dan *tonnes*, atau dapat menggunakan satuan lainnya
2. Buka *file lines plan* yang telah diubah ke dalam format JPEG dengan cara klik *menu file-import*, pilih opsi *image background*. Bagian *lines plan* diimpor pada setiap posisi pandangan gambar (*window*), *plan* untuk *half breadth plan*, *profile* untuk *sheer plan*, dan *body plan* untuk *body plan*, seperti yang dapat dilihat

pada Gambar IV.3



Gambar IV. 3. Hasil *Import Sheer Plan* di *Maxsurf*

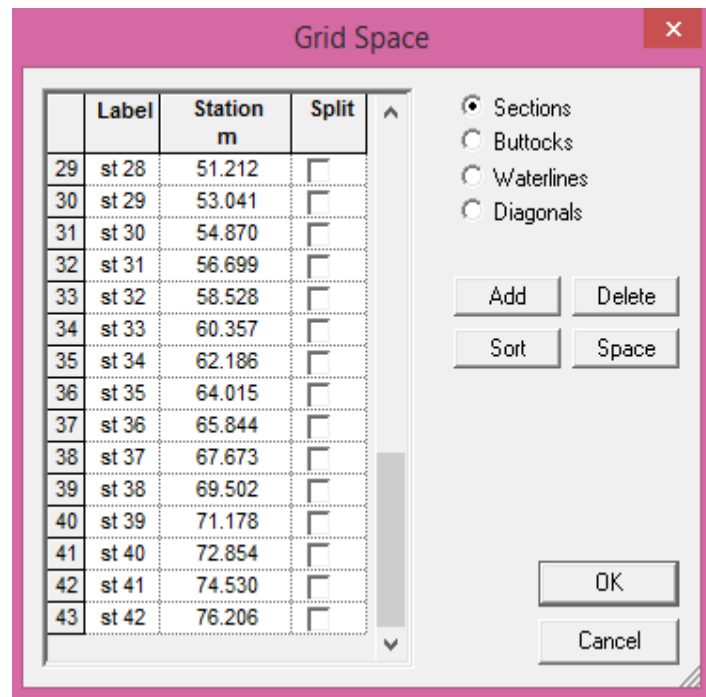
3. Penentuan posisi titik awal (*zero point*) sebagai titik nol dari *lines plan* dengan cara klik *menu display-background*, kemudian pilih *set image zero point*, klik pada gambar *lines plan* pada posisi perpotongan AP dengan *baseline* untuk pandangan *plan* dan *profile*, serta pada posisi perpotongan antara *center line* dan *baseline* untuk pandangan *body plan*



Gambar IV. 4. Penentuan Posisi *Zero Point*

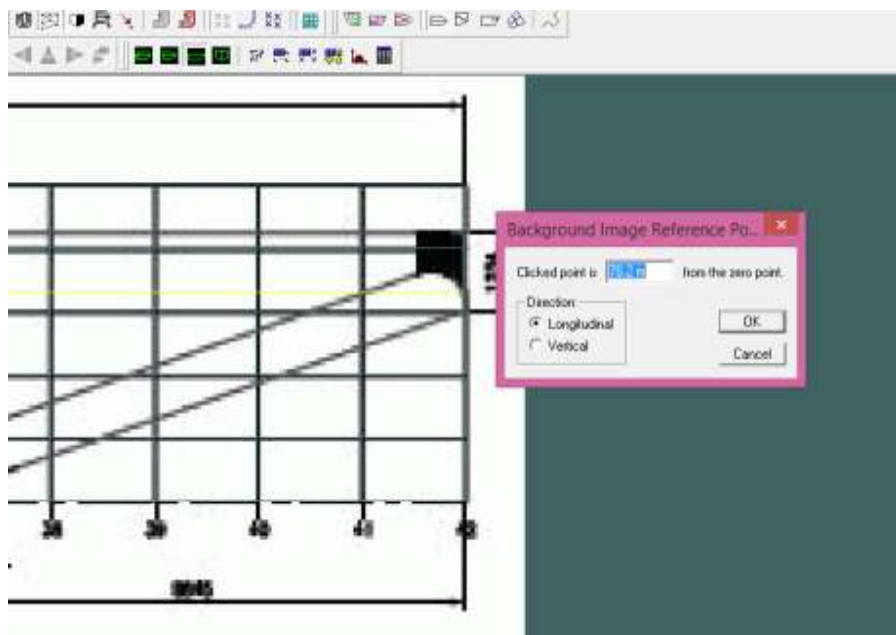
4. Untuk membuat *grid spacing* untuk garis-garis *station*, *waterline*, dan *buttock line* dapat dilakukan dengan klik *data-grid spacing*. Jumlah garis ditentukan

berdasarkan data pada *lines plan*. Pada *barge* ini, terdapat 42 *station*, 11 *buttock line*, dan 5 *waterline*.



Gambar IV. 5. Pengaturan *Grid Spacing*

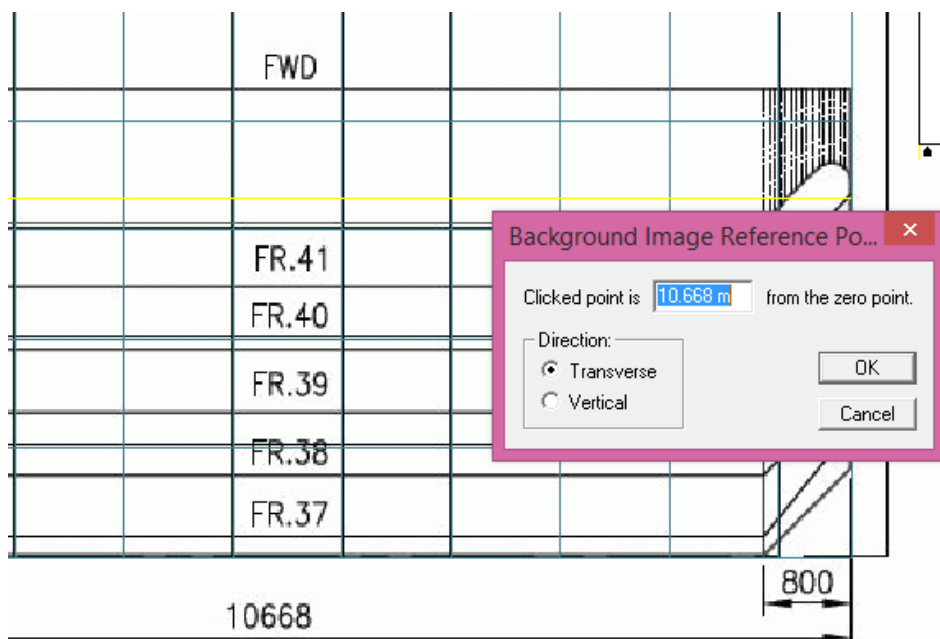
5. Dikarenakan *file* yang diimpor masih dalam ukuran skala gambar, *file* tersebut harus diskala kedalam ukuran kapal sebenarnya dengan cara klik *menu display-background* dan pilih *set image reference point*, klik gambar tepat pada posisi gambar yang diketahui pasti ukurannya.




Gambar IV. 6. Proses Perubahan Skala Gambar pada Pandangan *Plan*

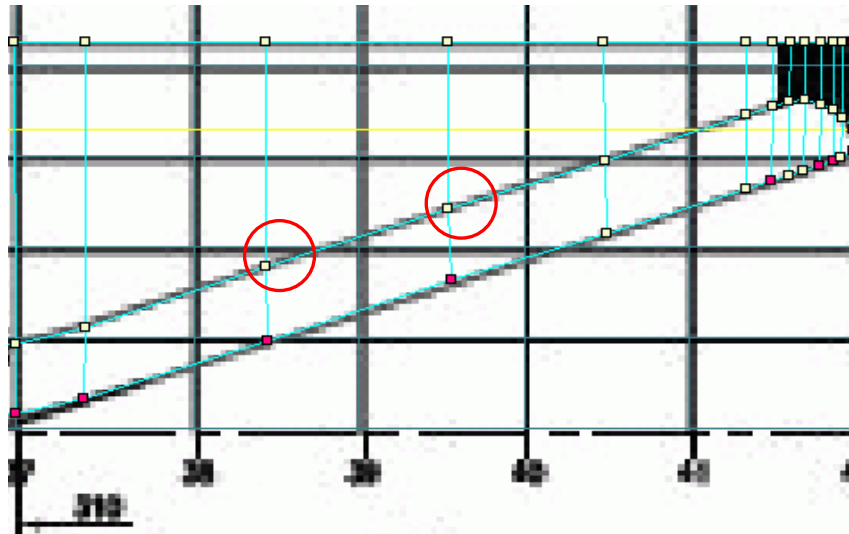
Pada Gambar IV.6 di atas, diambil posisi gambar pada pandangan *plan*. Bagian yang ukurannya dikerahui adalah tinggi kapal, yaitu 4,267 m dan panjang kapal pada *station* 42. Ketika posisi tersebut diklik akan muncul perintah untuk memasukkan ukuran, untuk tinggi (*vertical*) dimasukkan 4,267 m dan pada panjang kapal (*longitudinal*) 76,20 m

6. Proses penskalaan pada pandangan *profile* dan *body plan* sama dengan pada langkah no.5. Penentuan posisi pada pandangan *profile* sama dengan pandangan *plan*, sementara untuk pandangan *body plan* posisi ditentukan pada tinggi dan lebar kapal.




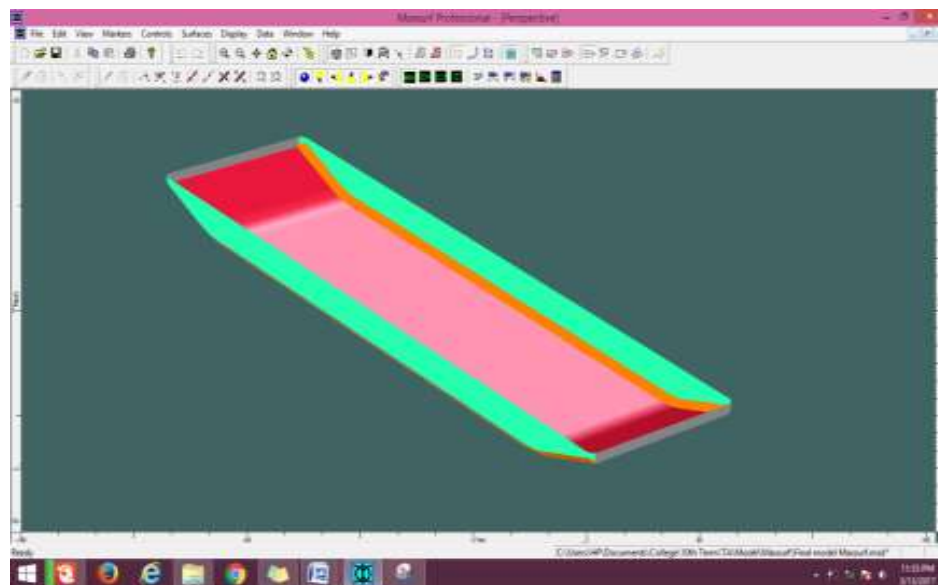
Gambar IV. 7. Perubahan Skala pada Pandangan *Body Plan*

7. Selanjutnya dimulai proses pemodelan lambung dengan cara penambahan *surface*. Pada pemodelan ini dibagi menjadi 5 *surface*, yaitu bagian alas, lambung, *chine*, buritan, dan haluan. Penambahan *surface* dilakukan dengan klik menu *surfaces-add surface* dan pilih *surface* sesuai kebutuhan. Misalnya untuk bagian alas menggunakan *horizontal plane*.
8. Agar *surface* bisa mengikuti kelengkungan bentuk badan kapal maka dilakukan penambahan *control point*, dengan cara klik ikon . Setelah dilakukan penambahan *control point*, *surface* dapat digeser-geser mengikuti kelengkungan lines plan seperti terlihat pada Gambar IV.8



Gambar IV. 8. Penambahan *Control Point*

9. Setelah semua *surface* telah terbentuk, selanjutnya dilakukan penggabungan *surface* dengan klik ikon  (*bond edges*) dan klik masing-masing satu *control point* dari setiap *surface*. Untuk diperhatikan bahwa untuk dapat melakukan *bond edges*, setiap *surface* harus memiliki *control point* dengan jumlah sama.



Gambar IV. 9. Hasil Pemodelan Lambung dari *Barge*

IV.2.2. Pemeriksaan Ukuran Model dan Kapal Sebenarnya

Setelah dilakukan pemodelan lambung *barge*, dilanjutkan dengan pemeriksaan selisih ukuran utama antara model dan ukuran kapal yang sebenarnya. Selisih yang diizinkan dibawah 5%. Untuk mengetahui data ukuran model bisa dilakukan dengan cara melihat data *hydrostatic* pada *Maxsurf* dengan cara klik menu *data* dan pilih *calculate hydrostatic*.

Hydrostatics at DWL			
	Measurement	Value	Units
1	Displacement	4838.292	tonne
2	Volume	4720.285	m ³
3	Draft to Baseline	3.29	m
4	Immersed depth	3.29	m
5	Lwl	76.2	m
6	Beam wl	21.336	m
7	WSA	2029.937	m ²
8	Max cross sect area	69.564	m ²
9	Waterplane area	1623.194	m ²
10	Cp	0.89	
11	Cb	0.882	
12	Cm	0.991	
13	Cwp	0.998	
14	LCB from zero pt	38.093	m
15	LCF from zero pt	38.103	m
16	KB	1.735	m
17	KG	0	m
18	BMT	13.016	m
19	BMI	165.878	m
20	GMt	14.751	m
21	GMI	167.612	m
22	KMt	14.751	m
23	KMI	167.612	m
24	Immersion (TPc)	16.638	tonne/cm
25	MTC	106.425	tonne.m
26	RM at 1deg = GMT.Di	1245.541	tonne.m
27	Precision	Medium	50 station

Density	<input type="text" value="1.025 tonne/m<sup>3</sup>"/>	<input type="button" value="Recalculate"/>
VCG	<input type="text" value="0 m"/>	<input type="button" value="Close"/>

Gambar IV. 10. Data Hidrostatik Model *Barge*

Pada Gambar IV.10, ditunjukkan hasil data *hydrostatic* dari model kapal yang telah dibuat.

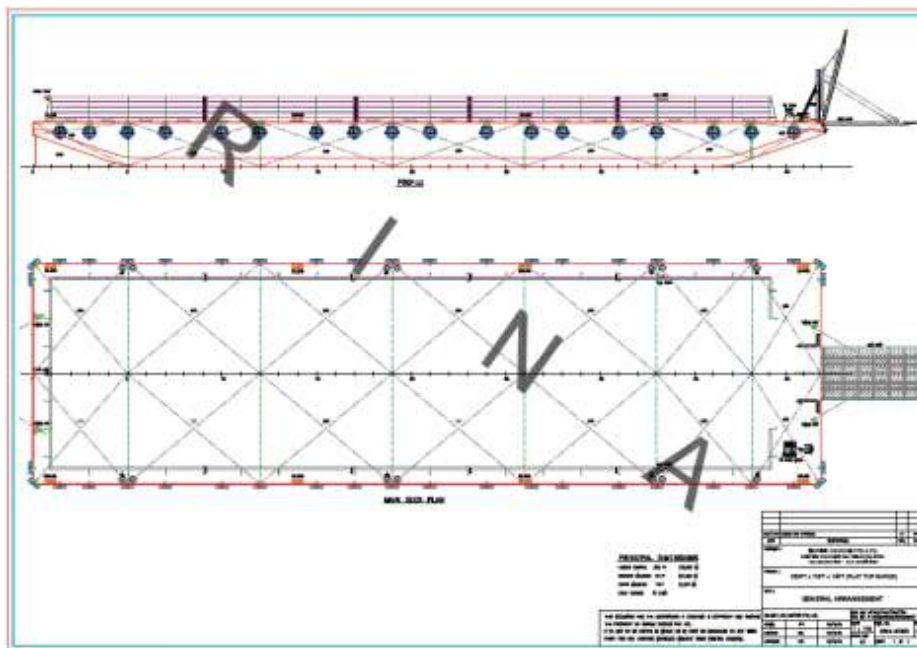
Tabel IV. 2 Perbandingan Ukuran Model dengan Data Kapal Sebenarnya

Ukuran Utama	Data Kapal	Model	Selisih	Prosentase (%)
<i>Displacement</i> (ton)	4871.97	4838.292	33.678	0.696
Lpp (m)	76.2	76.2	0	0.000
B (m)	21.336	21.336	0	0.000
T (m)	3.29	3.29	0	0.000
Cb	0.884	0.882	0.002	0.227

Pada Tabel IV.2, dapat dilihat perbandingan ukuran utama model dengan kapal yang sebenarnya. Selisih antara ukuran model dan kapal yang sebenarnya tidak lebih dari 5%, dimana kondisi model sudah mendekati dengan kondisi kapal sebenarnya. Sehingga diharapkan perhitungan dan analisis yang dilakukan selanjutnya memiliki ketepatan yang akurat.

IV.4. Modifikasi *Deck* dari *Barge* Menjadi Sekolah Apung

Setelah dilakukan pemodelan pada *software Maxsurf*, dilanjutkan dengan proses modifikasi *deck* dari *barge* menjadi sekolah apung. Modifikasi yang dilakukan adalah penambahan bangunan untuk ruang kelas dan sarana prasarana lainnya di atas *deck*. Luas dari ruangan dalam sekolah apung dan sarana prasarana yang tersedia di dalamnya mengacu kepada Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No.24 Tahun 2007.



Gambar IV. 11. *General Arrangement*

Pada Gambar IV.11, diperlihatkan *general arrangement* dari *barge*. Pada bagian geladak *barge* tidak terdapat bangunan, tetapi terdapat *bulwark*, *ramp door*, dan *crane*.

IV.4.1. Penentuan Luas Ruang Kelas

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No.24 Tahun 2007, diatur mengenai rasio luas ruangan kelas terhadap peserta didik. Rasio minimum luas ruang kelas tersebut adalah $2\text{m}^2/\text{peserta didik}$. Sementara untuk rombongan belajar dengan jumlah peserta didik kurang dari 15 orang, maka luas minimum ruang kelas adaah 30m^2 . Lebar

minimum untuk ruang kelas adalah 5m. Jumlah peserta didik dalam satu rombongan belajar di sekolah apung diambil sebanyak jumlah maksimum peserta didik dalam satu rombongan belajar yang diizinkan, yaitu 32 peserta didik.

$$\text{Luas min.ruang kelas} = 32 \times 2m^2 = 64m^2$$

$$\text{Ukuran kelas yang diambil} = 9m \times 7.5m = 67.5m^2$$

IV.4.2. Penentuan Luas Laboratorium

Laboratorium yang akan didesain berjumlah dua unit. Yaitu satu laboratorium komputer dan satu laboratorium IPA. Berikut penjabarannya:

1. Ruang Laboratorium Komputer

Untuk ruang laboratorium komputer, rasio minimum ruangan adalah 2 m²/peserta didik. Untuk rombongan belajar dengan peserta didik kurang dari 15 orang, luas minimum ruang laboratorium komputer 30 m², dengan lebar minimum 5m.

$$\text{Luas min.ruang laboratorium} = 32 \times 2m^2 = 64 m^2$$

$$\text{Ukuran kelas yang diambil} = 9m \times 7.5m = 67.5m^2$$

2. Ruang Laboratorium IPA

Ruang laboratorium IPA pada sekolah apung ini digunakan sebagai tempat praktikum dari mata kuliah IPA, yaitu Fisika, Kimia, dan Biologi. Dikarenakan kondisi luas *barge* yang terbatas, maka laboratorium tersebut digabung menjadi satu, tetapi ruang penyimpanan tetap didesain terpisah.

Untuk laboratorium IPA, rasio minimum ruangan adalah 2,4 m²/peserta didik. Dengan ruang penyimpanan dan persiapan seluas 18 m².

$$\text{Luas min.ruang laboratorium} = 48 m^2$$

$$\text{Luas min.ruang penyimpanan} = 3 \times 18 m^2 = 54 m^2$$

Maka, luas ruang laboratorium beserta penyimpanannya diambil 127.5 m²

IV.4.3. Penentuan Luas Perpustakaan

Luas dari satu unit perpustakaan sekurang-kurangnya sama dengan ruang kelas yang ada. Pada sekolah ini, satu unit ruang kelas berukuran 67,5 m². Dengan memanfaatkan sisa ruangan yang ada tanpa mengurangi minimum ruangan perpustakaan yang seharusnya, maka diambil ruang perpustakaan seluas 111 m²

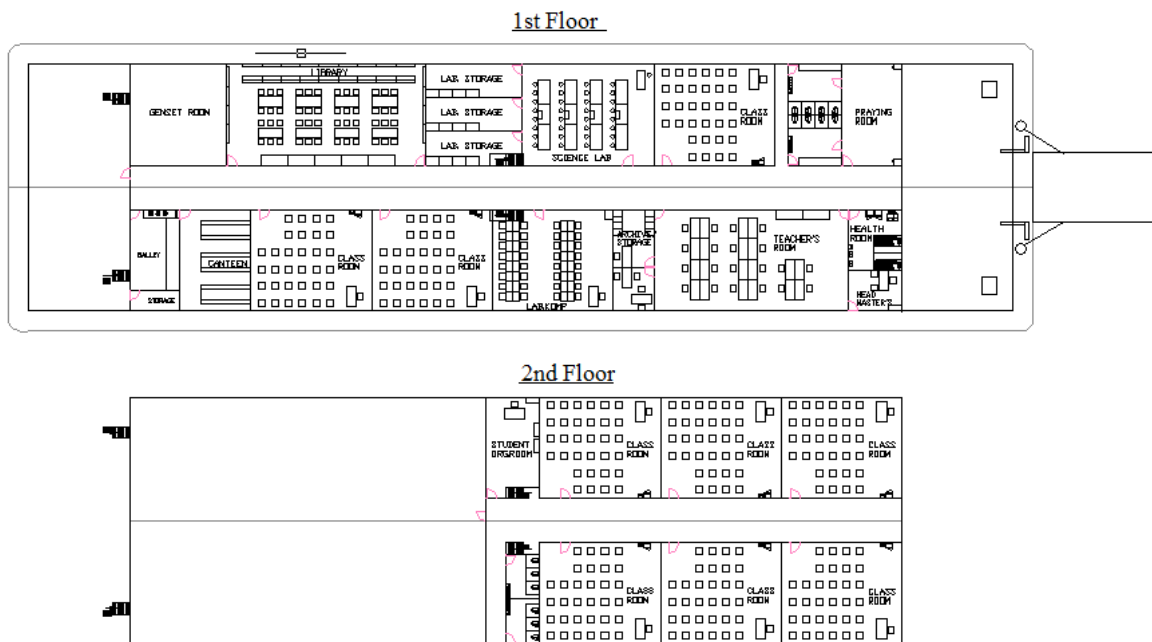
IV.4.4. Penentuan Luas Ruang Guru

Ruang guru terdapat 2 bagian. Yaitu ruang pimpinan (kepala sekolah) dan ruang guru. Berdasarkan Peraturan yang berlaku, luas minimum dari ruang pimpinan adalah 12 m² dengan lebar minimum 3 m. Ruangan pimpinan akan diletakkan di dalam ruang guru dengan pemisah.

Ruangan guru memiliki rasio minimum 4m²/pendidik dengan luas minimum 72 m².

$$\text{Luas min ruang guru} = 20 \times 4 \text{ m}^2 = 80 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas total ruang guru dan ruang pimpinan} = 108.75 \text{ m}^2 + 12 \text{ m}^2 = 120.75 \text{ m}^2$$



Gambar IV. 12. *General Arrangement* Sekolah Apung

Gambar IV.12 diatas menunjukkan *General Arrangement* dari barge setelah dikonversi menjadi sekolah apung.

IV.5. Perhitungan *Displacement*

Setelah konversi dilakukan, terdapat beberapa penambahan di atas *deck* dari barge yang mengakibatkan perubahan pada berat total kapal (*displacement*), sarat kapal (T), dan titik berat kapal. Untuk itu, perlu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan *principal dimensions* kapal setelah dilakukan konversi.

Barge ini sebelumnya memiliki *displacement* sebesar 4044,97 ton. Setelah konversi, ada beberapa penambahan konstruksi dan perlengkapan untuk sekolah, serta beralih fungsinya tangki *void* menjadi tangki *fresh water* dan *sewage water* yang

mengakibatkan perubahan pada besarnya muatan yang dapat diangkut. Jumlah muatan tersebut akan berpengaruh pada kondisi *freeboard* dan stabilitas kapal.

Pada analisis terhadap muatan yang akan dimuat, ditentukan jumlah penumpang yang akan diangkut, berat *equipment* kapal beserta perlengkapan sekolah, air tawar yang dibutuhkan, serta beberapa ketentuan lain.

1. Berat muatan

Berat muatan dari sekolah apung terdiri dari guru, *staff*, dan peserta didik yang berjumlah 316 orang. Berat dari penumpang tersebut dihitung berdasarkan asumsi berat orang dan gaya yang diakibatkan yaitu 0.17 ton/orang (Schneekluth, 1998). Sehingga berat total penumpang didapat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Berat total penumpang} &= 316 \text{ orang} \times 0.17 \text{ ton/orang} \\ &= 53.72 \text{ ton}\end{aligned}$$

2. Provision & Store

Berat *provision & store* dihitung berdasarkan asumsi kebutuhan per orang per hari, yaitu 0.03 ton/orang (Schneekluth, 1998). Sehingga berat *provision & store* didapat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Berat provision \& store} &= 288 \text{ orang} \times 0.03 \text{ ton/orang} \\ &= 11.89 \text{ ton}\end{aligned}$$

3. Crew & needs weight

Berat kebutuhan dari guru dan karyawan sekolah dapat dihitung berdasarkan asumsi kebutuhan per *crew*, yaitu 0.2 ton/orang (Schneekluth, 1998). Sehingga didapat berat *crew & needs* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Berat kebutuhan crew} &= 28 \text{ orang} \times 0.2 \text{ ton/orang} \\ &= 5.6 \text{ ton}\end{aligned}$$

4. Fresh Water

Jumlah dari *fresh water* disesuaikan dengan daya tampung dari *tank* di bagian depan dan di bagian belakang. Sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas tangki} = 901.852 \text{ ton}$$

5. Steel Weight

Berat dari *lightweight barge* adalah 827 ton. Setelah *barge* dikonversi dan dijadikan sekolah apung, ada beberapa penambahan ruang sehingga berat baja bertambah sebagaimana ditunjukkan pada tabel IV.3.

Tabel IV. 3 *Additional Plates* untuk Pembangunan Sekolah Apung

<i>Item</i>	jumlah	Panjang	Lebar	Tebal	Berat
Roof	150	6000	1500	7	74.1825
	31	6000	550	7	5.621385
Front	13	6000	1200	8	5.87808
Back	13	6000	1200	8	5.87808
Starboard	39	6000	1200	8	17.63424
Portside	39	6000	1200	8	17.63424
Divider	21	6000	1500	7	10.38555

Total **137.2141**

Sehingga didapat berat keseluruhan baja adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Berat baja keseluruhan} &= \text{Berat baja awal} + \text{berat baja tambahan} \\
 &= 827 \text{ ton} + 137.214 \text{ ton} \\
 &= 964.214 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

6. *Equipment & Outfitting*

Berat peralatan dan perlengkapan yang dimaksud adalah semua peralatan dan perlengkapan kapal kecuali dibagian kamar mesin, karena ada perhitungannya sendiri. Perhitungan dilakukan secara pendekatan dimana dibagi menjadi 3 grup, yaitu grup III merupakan berat pada bangunan atas, grup IV berat lain-lain (*miscellaneous*) (Schneekluth, 1998).

W Total Group III :

$$\begin{aligned}
 W_{III} &= W_{\text{poop}} + W_{\text{bridge}} \\
 &= 275.865 \quad \text{ton}
 \end{aligned} \tag{IV.1}$$

$$\begin{aligned}
 W_{IV} &= (L \cdot B \cdot D)^{2/3} \cdot C \\
 &= 94.573 \quad [\text{ton}]
 \end{aligned} \tag{IV.2}$$

$$\begin{aligned}
 W_{E\&O} &= W_{\text{Group III}} + W_{\text{Group IV}} \\
 &= 370.438 \quad [\text{ton}]
 \end{aligned} \tag{IV.3}$$

Maka, didapat berat total peralatan dan perlengkapan kapal adalah 370.438 ton.

Untuk perhitungan secara keseluruhan dapat dihitung pada lampiran E.

7. **Rekapitulasi LWT + DWT**

Dari perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya, perhitungan *displacement* total dapat dirangkum sebagai berikut:

Tabel IV. 4 Rekapitulasi LWT dan DWT

Komponen berat	Berat bagian	Berat (ton)
DWT	Penumpang	53.72
	<i>Crew & Consumable</i>	1840.21
LWT	Baja	964.21
	Perlengkapan & Peralatan	370.44
	<i>Displacement (ton)</i>	3397

Dari Tabel IV.4, didapat *displacement* dari sekolah apung adalah 3397 ton.

IV.6. Perhitungan Titik Berat Kapal

Berat kapal terdiri dari *Deadweight Tonnage* (DWT) dan *Lightweight Tonnage* (LWT). Dimana berat LWT terdiri dari berat lambung kapal (*hull weight*), yaitu berat lambung di bawah garis air dan berat di atas garis air. Untuk berat lambung di bawah garis air dapat dihitung menggunakan lengkung CSA atau lengkung luasan area setiap *station* di bawah sarat, yang nilainya 2/3 dari berat lambung total. Dan sisanya adalah berat yang didistribusikan dalam luasan trapesium (Hughes. 1983)

Titik berat kapal dihitung dari persebaran berat semua komponen berat di sepanjang kapal. Untuk mendapatkan nilai persebaran berat lambung harus dilakukan persebaran berat DWT, berat mesin beserta perlengkapan, bangunan atas, dan peralatan serta perlengkapan berlebih. Persebaran berat dilakukan berdasarkan kondisi letak berat setiap komponen pada kapal secara memanjang. Untuk mempermudah perhitungan, maka dilakukan pembagian panjang kapal (LWT) sebanyak 42 *station*. Dimana semakin banyak *station* yang digunakan maka perhitungan yang dihasilkan akan semakin akurat,

1. *Lightship*

Perhitungan titik berat vertikal dari berat baja dari kapal dapat menggunakan metode Schneekluth, seperti yang tercantum pada gambar IV.12 berikut:

$$\overline{KG} = C_{KG} \cdot D_A = C_{KG} \cdot D + \frac{\nabla_A + \nabla_{DH}}{L_{pp} \cdot B}$$

∇_A is the superstructure volume and ∇_{DH} the volume of the deckhouses. D_A is depth corrected to include the superstructure, i.e. the normal depth D increased by an amount equal to the superstructure volume divided by the deck area. Values in the literature give the following margins for C_{KG} :

passenger ships	0.67–0.72
large cargo ships	0.58–0.64
small cargo ships	0.60–0.80
bulk carrier	0.55–0.58
tankers	0.52–0.54

Gambar IV. 13 Perhitungan KG

Sumber: Scneekluth, 1988

Pada perhitungan kali ini, data titik berat dari *lightship barge* telah diberikan bersamaan dengan data model kapal yang diberikan, sebagai berikut:

$$KG = 4.397 \text{ m}$$

Sedangkan untuk menghitung *longitudinal center of gravity* daripada *hull* dapat menggunakan pendekatan yang digunakan oleh Watson (Parsons, 2001), yaitu:

$$LCG_{\text{hull}} = -0.15 + LCB \quad (\text{IV.4})$$

Berdasarkan data yang disertakan pada data model kapal, LCG_{hull} didapat sebagai berikut:

$$LCG_{\text{hull}} = 38.595 \text{ m}$$

2. Persebaran DWT

Komponen DWT terdiri dari muatan kapal, *provision & store*, *crew needs* dan *fresh water*.

- Muatan : 53.72 ton
- *Provision & store* : 11.886 ton
- *Crew needs* : 5.6 ton
- *Fresh water* : 500.475 ton

Untuk penentuan titik berat muatan dan *fresh water* dilakukan pada *software Maxsurf* dengan metode manual mengukur LCG, VCG, dan TCG dari *general arrangement*. Sementara itu, telah dilakukan persebaran beban *crew needs* beserta *provision & store* menggunakan metode Hughes.

Tabel IV. 5 Persebaran Beban *Provision & Store* beserta *Crew Needs*

Station	q (ton/m)	q rata (ton/m)	q dist. (ton/m)	q total (ton/m)	lengan	momen
4	0					
		0	0.013	0.013	-29.928	-0.392756
5	0.304					
		0.304	0.011	0.315	-28.114	-8.863809
6	0.304					
		0.304		0.304	-26.300	-7.997749
7	0.304					
		0.304		0.304	-24.486	-7.446025
8	0.304					
		0.304		0.304	-22.671	-6.894302
9	0.304					
		0.304		0.304	-20.857	-6.342579
10	0.304					
		0.304		0.304	-19.043	-5.790856
11	0.304					
		0.304		0.304	-17.228	-5.239133
12	0.304					
		0.304		0.304	-15.414	-4.68741
13	0.304					
		0.304		0.304	-13.600	-4.135686
14	0.304					
		0.304		0.304	-11.786	-3.583963
15	0.304					
		0.304		0.304	-9.971	-3.03224
16	0.304					
		0.304		0.304	-8.157	-2.480517
17	0.304					
		0.304		0.304	-6.343	-1.928794
18	0.304					
		0.304		0.304	-4.528	-1.377071
19	0.304					
		0.304		0.304	-2.714	-0.825347
20	0.304					
		0.304		0.304	-0.900	-0.273624
21	0.304					
		0.304		0.304	0.914	0.2780989
22	0.304					
		0.304		0.304	2.729	0.829822
23	0.304					
		0.304		0.304	4.543	1.3815452
24	0.304					

Station	q (ton/m)	q rata (ton/m)	q dist. (ton/m)	q total (ton/m)	lengan	momen
		0.304		0.304	6.357	1.9332684
25	0.304					
		0.304		0.304	8.172	2.4849915
26	0.304					
		0.304		0.304	9.986	3.0367147
27	0.304					
		0.304		0.304	11.800	3.5884378
28	0.304					
		0.304		0.304	13.615	4.140161
29	0.304					
		0.304		0.304	15.429	4.6918842
30	0.304					
		0.304		0.304	17.243	5.2436073
31	0.304					
		0.304		0.304	19.057	5.7953305
32	0.304					
		0.304		0.304	20.872	6.3470536
33	0.304					
		0.304		0.304	22.686	6.8987768
34	0.304					
		0.304		0.304	24.500	7.4504999
35	0.304					
		0.304	0.035	0.339	26.315	8.9258323
36	0.304					
		0.000	0.075	0.075	28.129	2.1055934
37	0.304					
S =				9.561		

LCG = 37.745 m

VCG = 5.467 m

Pada Tabel IV.5 dapat disimpulkan LCG dari berat *crew needs* beserta *provision & store* adalah 37.745 m dari *midship*

3. Persebaran LWT

Komponen LWT terdiri dari *steel weight* beserta perlengkapan & peralatan.

- *Steel weight* : 964.2 ton
- Perlengkapan & peralatan : 370.4 ton

Untuk penentuan titik berat muatan dan *steel weight* dilakukan pada *software Maxsurf* dari *general arrangement*. Sementara itu, telah dilakukan persebaran

beban perlengkapan & peralatan menggunakan metode Hughes. Persebaran dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

- Bagian belakang kapal

Berikut adalah Tabel persebaran beban perlengkapan dan peralatan yang disebar dari station 0 sampai dengan station 5. Peralatan yang termasuk di dalamnya antara lain: *cable howser, capstans, bollards, steering*

Tabel IV. 6 Persebaran Beban Perlengkapan dan Peralatan di Bagian Belakang Kapal

Station	q (ton/m)	q rata (ton/m)	q dist. (ton/m)	q total (ton/m)	lengan	momen
0	1.412					
		1.412		1.412	-37.186	-52.49143
1	1.412					0
		1.412		1.412	-35.371	-49.93036
2	1.412					0
		1.412		1.412	-33.557	-47.3693
3	1.412					0
		1.412	1.263	2.675	-31.743	-84.90542
4	1.412					0
		0.000	0.047	0.047	-29.928	-1.407976
5	0.000					
S =				6.96		

VCG = 5.267 m

LCG = -18.7067 m

Pada Tabel IV.6 dapat disimpulkan LCG daripada E&O pada bagian belakang kapal adalah -18.7067 m dari *midship*.

- Bagian tengah kapal

Berikut adalah Tabel persebaran beban perlengkapan dan peralatan yang disebar dari station 4 sampai dengan station 37. Peralatan yang termasuk di dalamnya antara lain: *refrigeration plant, protection, deck covering outside accommodation area, life rafts, railings, gangway, ladder, stairs, doors, manhole covers, fire fighting equipment, pipes, valves, hold ventilation system, etc.*

Tabel IV. 7 Persebaran Beban Perlengkapan dan Peralatan di Bagian Tengah Kapal

Station	q (ton/m)	q rata (ton/m)	q dist. (ton/m)	q total (ton/m)	lengan	momen
4	0					
		0	0.249	0.249	-29.928	-7.464652
5	5.780					
		5.780	0.213	5.992	-28.114	-168.464
6	5.780					
		5.780		5.780	-26.300	-152.0038
7	5.780					
		5.780		5.780	-24.486	-141.5179
8	5.780					
		5.780		5.780	-22.671	-131.0319
9	5.780					
		5.780		5.780	-20.857	-120.546
10	5.780					
		5.780		5.780	-19.043	-110.06
11	5.780					
		5.780		5.780	-17.228	-99.57404
12	5.780					
		5.780		5.780	-15.414	-89.08809
13	5.780					
		5.780		5.780	-13.600	-78.60213
14	5.780					
		5.780		5.780	-11.786	-68.11618
15	5.780					
		5.780		5.780	-9.971	-57.63023
16	5.780					
		5.780		5.780	-8.157	-47.14427
17	5.780					
		5.780		5.780	-6.343	-36.65832
18	5.780					
		5.780		5.780	-4.528	-26.17236
19	5.780					
		5.780		5.780	-2.714	-15.68641
20	5.780					
		5.780		5.780	-0.900	-5.200455
21	5.780					
		5.780		5.780	0.914	5.2854989
22	5.780					
		5.780		5.780	2.729	15.771453
23	5.780					
		5.780		5.780	4.543	26.257407
24	5.780					

Station	q (ton/m)	q rata (ton/m)	q dist. (ton/m)	q total (ton/m)	lengan	momen
		5.780		5.780	6.357	36.743361
25	5.780					
		5.780		5.780	8.172	47.229316
26	5.780					
		5.780		5.780	9.986	57.71527
27	5.780					
		5.780		5.780	11.800	68.201224
28	5.780					
		5.780		5.780	13.615	78.687178
29	5.780					
		5.780		5.780	15.429	89.173133
30	5.780					
		5.780		5.780	17.243	99.659087
31	5.780					
		5.780		5.780	19.057	110.14504
32	5.780					
		5.780		5.780	20.872	120.631
33	5.780					
		5.780		5.780	22.686	131.11695
34	5.780					
		5.780		5.780	24.500	141.6029
35	5.780					
		5.780	0.667	6.447	26.315	169.64281
36	5.780					
		0.000	1.423	1.423	28.129	40.018541
37	0.000					
S =				181.721		

VCG = 4.267 m

LCG = 37.74488 m

Pada Tabel IV.7 dapat disimpulkan LCG daripada E&O pada bagian tengah kapal adalah -37.745 m dari titik AP.

- Bagian ujung kapal

Berikut adalah Tabel persebaran beban perlengkapan dan peralatan yang disebar dari station 36 sampai dengan station 42. Peralatan yang termasuk di dalamnya antara lain: *refrigeration plant, protection, deck covering outside accommodation area, life rafts, railings, gangway, ladder, stairs, doors, manhole covers, fire fighting equipment, pipes, valves, hold ventilation system, etc.*

Tabel IV. 8 Persebaran Beban Perlengkapan dan Peralatan di Bagian Ujung Kapal

Station	q (ton/m)	q rata (ton/m)	q dist. (ton/m)	q total (ton/m)	lengan	momen
36	0.000					
		0.000	0.299	0.299	28.129	8.4173516
37	2.619					
		2.61888	1.394	4.013	29.943	120.15681
38	2.619					
		2.61888		2.619	31.757	83.168835
39	2.619					
		2.61888		2.619	33.572	87.920239
40	2.619					
		2.61888		2.619	35.386	92.671643
41	2.619					
		2.619		2.619	37.200	97.423047
42	2.619					
S =				14.79		

$$\text{VCG} = 5.267 \text{ m}$$

$$\text{LCG} = 71.21945 \text{ m}$$

Pada Tabel IV.8 dapat disimpulkan LCG daripada E&O pada bagian ujung kapal adalah 71.21945 m dari titik AP.

Setelah dilakukan perhitungan titik berat secara keseluruhan, berikut adalah *summary* dari titik berat sekolah apung

- LCG = 37.3 m
- VCG = 1.42 m
- TCG = 2.13 m

Perhitungan selengkapnya daripada titik berat *restobarge* dapat dilihat pada lampiran E.

IV.7. Perhitungan Tonase

Perhitungan *tonnage* atau tonase ada dua, yaitu gross tonnage (GT) dan *net tonnage* (NT). Ukuran *tonnage* kapal diperlukan pada saat proses pembayaran pajak dan sejenisnya. Dikarenakan setelah dilakukan konversi ada perubahan berat muatan dan penambahan bangunan atas maka perlu dilakukan perhitungan tonase kapal setelah dikonversi. Besarnya tonase kapal dihitung berdasarkan *International Convention on Tonnage Measurement of Ships* 1969. Untuk perhitungan tonase secara keseluruhan dapat dilihat di Lampiran H, sedangkan hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. *Gross tonnage*

Gross Tonnage (GT) merupakan ukuran volume ruangan kapal yang tertutup secara keseluruhan, mulai dari ruangan kapal di bawah geladak cuaca (V_U) sampai ruangan bangunan atas kapal (V_H). Hasil perhitungan *gross tonnage* adalah sebagai berikut :

- Volume ruangan tertutup di bawah geladak cuaca

$$V_U = 7427.239 \text{ m}^3$$

- Volume ruangan tertutup di atas geladak cuaca

$$V_H = 3894.566 \text{ m}^3$$

- Total volume ruangan tertutup

$$V = V_U + V_H \quad (\text{IV.5})$$

$$= 11321.81 \text{ m}^3$$

- $K_1 = 0.2 + 0.02 \log V$ (IV.6)

$$= 0.281078$$

- $GT = K_1 \times V$ (IV.7)

$$= 0.281 \times 11321.81$$

$$= 3182$$

2. *Net tonnage*

Net Tonnage (NT) adalah volume ruang muat kapal (V_C) dengan memperhitungkan jumlah orang dalam kapal. Hasil perhitungan *Net Tonnage* adalah sebagai berikut :

- Volume ruang muat

$$V_C = 3894.566 \text{ m}^3$$

- $K_2 = 0.2 + 0.02 \log V_C$ (IV.8)

$$= 0.272$$

- $K_3 = 1.25 \times \frac{GT+10000}{10000}$ (IV.9)

$$= 1.342$$

- $NT = K_2 \times V_C \times \left(\frac{4d}{3D}\right)^2 + K_3 \times \left(N_1 + \frac{N_2}{10}\right)$ (IV.10)

$$= 1119$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan *gross tonnage* sebesar 3182 ton & *net tonnage* sebesar 1119 ton.

IV.8. Perhitungan Lambung Timbul (*Freeboard*)

Untuk menghitung nilai *freeboard* awal dapat dilakukan dengan cara interpolasi dari tabel 28 pada ICLL Reg. III/28. Terdapat dua pilihan tabel, yaitu tabel tipe kapal A dan tabel tipe kapal B. sekolah apung masuk kedalam kategori kapal tipe B karena bukan merupakan kapal *tanker* maupun LNG *Carrier* seperti yang tercantum pada subbab II.6.

Perhitungan *freeboard* dilakukan pada *barge* sebelum dan sesudah dilakukan konversi. Untuk data *freeboard* kapal sebelum dilakukan konversi tercantum dalam informasi kapal yang dapat.

$$\begin{aligned}\text{Freeboard sebelum konversi (Fbs)} &= 0.94 \\ \text{Freeboard sebenarnya (Fba)} &= D - T \\ &= 4.267 - 3.29 \\ &= 0.98 \text{ m}\end{aligned}\tag{IV.11}$$

Karena $Fba > Fbs$, maka *freeboard* dari *barge* memenuhi persyaratan.

Setelah didapat *freeboard* dari kapal sebelum dikonversi, dilanjutkan dengan perhitungan *freeboard* sesudah konversi. Berikut perhitungan *freeboard* sesudah konversi:

1. *Standard Freeboard*

Untuk menghitung *standars freeboard* untuk panjang kapal yang tidak tercantum dalam tabel *standard freeboard* adalah dengan interpolasi antara panjang (L) dan *freeboard*

Tabel IV. 9 *Freeboard* (mm) untuk Kapal Tipe B dengan Ukuran 73 dan 74 m

L	<i>Freeboard</i>
73	769
74	784

Sumber: *Load Lines* 1996.1988, *Regulations* 28

Panjang kapal pada 96% L_{wl} pada 0.85 H adalah 73.2 m, sehingga perlu dilakukan interpolasi antara panjang 73 dan 74 m. Besarnya *freeboard* adalah:

$$\begin{aligned}Fb &= \frac{73.2-73}{74-73} \times (784 - 769) + 769 \\ &= 771.28 \text{ mm}\end{aligned}\tag{IV.12}$$

2. *Coefficient Block Correction*

Koreksi C_b perlu dilakukan apabila $C_b > 0.68$. hal ini sesuai dengan *Load Lines* 1966/1988 *Regulation* 30

$$C_b = 0.553$$

Karena $C_b < 0.68$, maka koreksi tidak dilakukan.

Untuk koreksi *depth*, tidak dilakukan karena menurut *regulation* 31 saat:

$D = H < L/15$, maka tidak perlu dilakukan koreksi. Begitu pula dengan koreksi panjang efektif *superstructure* dan juga *sheer* tidak perlu dilakukan dikarenakan kapal tidak menggunakan *superstructure* dan juga *sheer*. Sehingga *freeboard* akhir adalah 771.28 mm

Dari batasan, diketahui bahwa *freeboard* sebenarnya adalah:

$$\begin{aligned}\text{Freeboard sebenarnya (Fba)} &= D - T \\ &= 4.267 - 2.38 \\ &= 1.89 \text{ m}\end{aligned}\tag{IV.13}$$

Karena $Fba > Fbs$, maka *freeboard* dari *barge* memenuhi persyaratan.

IV.9. Pemeriksaan Kondisi Stabilitas & Trim

Pemeriksaan kondisi keseimbangan dilakukan untuk mengetahui karakteristik kapal pada beberapa kondisi, antara lain pada saat kondisi oleng atau *trim* akibat kondisi pemuatan dan pengaruh faktor dari luar seperti gelombang, angin, dan sebagainya. Tetapi, analisis keseimbangan ini hanya mencakup kondisi oleng dan *trim* akibat pemuatan. Ketika beroperasi, kapal tidak hanya beroperasi dalam satu kondisi pemuatan saja, tetapi ada pula kondisi dimana kapal dalam kondisi muatan penuh maupun kosong. Dan setiap kondisi pemuatan tersebut akan mengakibatkan karakteristik keseimbangan yang berbeda.

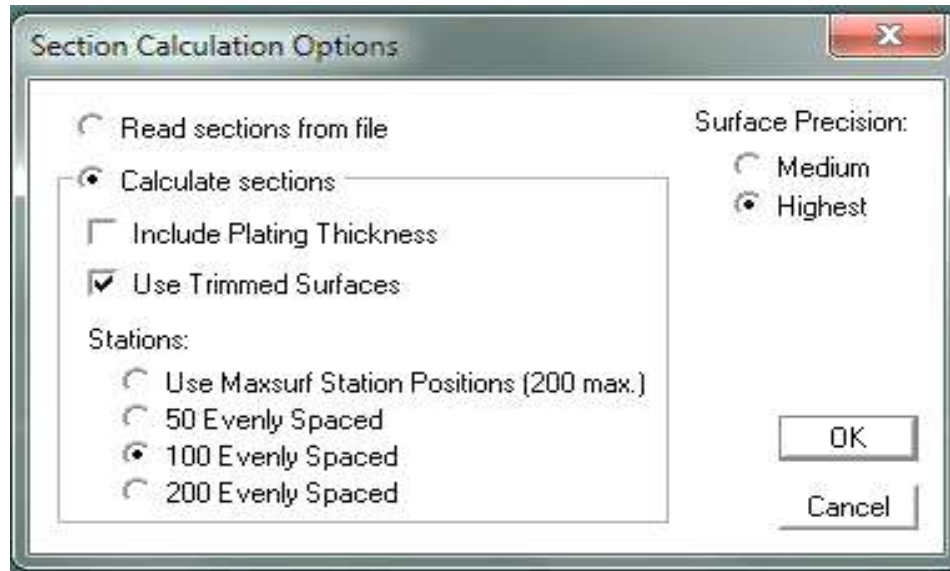
Kriteria kondisi pemuatan (*loadcase*) yang digunakan pada perhitungan ini mengacu pada *Intact Stability (IS) Code* Ch. III/35. Sekolah apung memiliki kondisi pemuatan yang berbeda dengan *deck cargo barge*. Karena itu, kondisi pemuatan (*loadcase*) yang ada berbeda. Berikut kondisi pemuatan (*Loadcase*) yang diaplikasikan pada sekolah apung,

1. *Loadcase* 0 : Kapal sebelum dilakukan konversi
2. *Loadcase* 1 : Kapal tanpa muatan setelah dilakukan konversi
3. *Loadcase* 2 : Kapal dengan muatan penuh dan tangki kosong
4. *Loadcase* 3 : Kapal dengan muatan penuh dan tangki terisi 50%
5. *Loadcase* 4 : Kapal dengan muatan penuh dan tangki terisi penuh

Pemeriksaan keseimbangan kapal dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf Hydromax*, dengan langkah-langkah sebagai berikut:


1. Buka *software Maxsurf Hydromax*, klik *file-open* dan buka *file* hasil pemodelan lambung *barge*. Pada kotak dialog *Section Calculation Options*, pilih *Calculate*

new sections (ignore existing data, if any), karena analisis pada *file* ini belum pernah dilakukan sebelumnya. Pada pilihan *station* terdapat 3 pilihan. Untuk pengerjaan kali ini digunakan pilihan *Use Maxsurf Station* dan pilih *highest* pada jenis *surface precision*



Gambar IV. 14. Kotak Dialog *Section Calculation Options*

2. Perencanaan tangki

Penambahan tangki dilakukan dengan cara klik menu *window-input* dan pilih *compartement definition* atau klik ikon . Peletakan tangki-tangki *consumable* sesuaikan dengan posisi pada *general arrangement*.

Tabel IV. 10 Posisi Peletakan Tangki

No	Name	Type	Aft (m)	Fore (m)	F.Port (m)	F.stbd (m)	F.Top (m)	F Bott (m)
1	Tank 1/S	Tank	69.502	76.2	0	10.668	4.267	0
2	Tank 1/P	Tank	69.502	76.2	-10.668	0	4.267	0
3	Tank 2/S	Void	60.357	69.502	0	10.668	4.267	0
4	Tank 2/P	Void	60.357	69.502	-10.668	0	4.267	0
5	Tank 3/S	Void	47.554	60.357	0	10.668	4.267	0
6	Tank 3/P	Void	47.554	60.357	-10.668	0	4.267	0
7	Tank 4/S	Tank	34.751	47.554	0	10.668	4.267	0
8	Tank 4/P	Tank	34.751	47.554	-10.668	0	4.267	0
9	Tank 5/S	Void	21.948	34.751	0	10.668	4.267	0
10	Tank 5/P	Void	21.948	34.751	-10.668	0	4.267	0
11	Tank 6/S	Void	9.145	21.948	0	10.668	4.267	0
12	Tank 6/P	Void	9.145	21.948	-10.668	0	4.267	0
13	Tank 7/S	Tank	0	9.145	0	10.668	4.267	0
14	Tank 7/P	Tank	0	9.145	-10.668	0	4.267	0

3. Tank Calibration




Setelah perencanaan tangki selanjutnya dilakukan analisis kapasitas dan titik berat tangki dengan cara analisis kalibrasi tangki (*tank calibration*). Kalibrasi tangki dilakukan dengan langkah klik menu *Analysis – Set Analysis Type*, pilih *Tank Calibration*, dan *Start Tank Calibration*. Ringkasan kapasitas dan titik berat seluruh tangki dapat dilihat pada Tabel IV.11.

Tabel IV. 11 Hasil Kalibrasi Tangki

No	Name	Capacity (ton)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
1	Tank 1/S	172.965	72.306	5.264	2.986
2	Tank 1/P	172.965	72.306	-5.264	2.986
3	Tank 4/S	578.695	41.153	5.298	2.147
4	Tank 4/P	486.104	41.153	-5.298	2.147
5	Tank 7/S	277.961	5.406	5.271	2.731
6	Tank 7/P	277.961	5.406	-5.271	2.731

Pada Tabel IV.11 merupakan kalibrasi tangki yang telah dilakukan pada 6 buah tangki pada sekolah apung yang sebelumnya merupakan *void tank*

4. Perencanaan kondisi pemuatan (*loadcase*)

Kondisi pemuatan pada *Maxsurf hydromax* dilakukan dengan langkah klik menu *window – loadcase* atau klik ikon . Untuk membuat loadcase lebih dari satu bisa ditambahkan dengan klik menu *file –new loadcase* atau klik ikon . Karena sebelumnya sudah dilakukan *tank calibration*, maka tangki-tangki yang telah direncanakan secara otomatis akan masuk pada data *loadcase*. Sedangkan untuk berat dan titik berat *lightship* dan muatan yang terdiri dari penumpang, ditambahkan secara manual dengan cara klik ikon . Berat dan titik berat muatan dimasukkan berdasarkan hasil penyebaran berat pada perhitungan dan pemeriksaan berat dan titik berat kapal.

Tabel IV. 12 *Loadcase* 1 Sekolah Apung

Item	Quantity	Total mass (ton)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Lightship	1	964.2	38.59	0.04	4.4
Tank 4/S	0%	0	41.153	2.147	5.298
Tank 4/P	0%	0	41.153	2.147	-5.298

<i>Item</i>	Quantity	Total mass (ton)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Tank 1/S	0%	0	72.306	2.986	5.264
Tank 1/P	0%	0	72.306	2.986	-5.264
Tank 7/S	0%	0	5.406	2.731	5.271
Tank 7/P	0%	0	5.406	2.731	-5.271
E&Odepan	1	26.83	71.219	0	4.267
E&Obelakang	1	12.62	-18.707	0	4.267
E&Otengah	1	329.7	37.745	0	5.467


Pada Tabel IV.12 merupakan kondisi pada *loadcase 1*, dimana kapal telah dikonversi dengan DWT 0 ton.

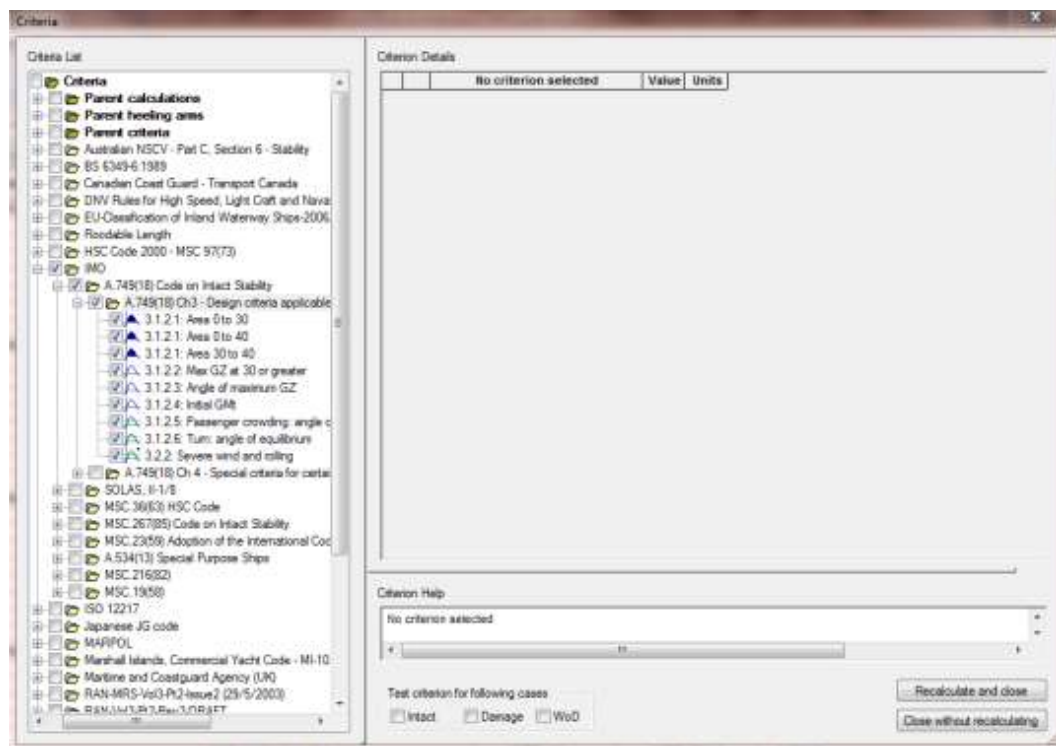
IV.9.1. Pemeriksaan Kondisi Stabilitas

Stabilitas merupakan salah satu kriteria yang harus dipenuhi pada proses desain kapal. Analisis stabilitas digunakan untuk mengetahui keseimbangan kapal secara melintang atau oleng pada beberapa kriteria kondisi pemuatan (*loadcase*). Kriteria stabilitas yang digunakan adalah kriteria stabilitas untuk kapal jenis umum dan kapal penumpang yang mengacu pada *Intact Stability (IS) Code* Reg. III/3.1. Kriteria tersebut antara lain sebagai berikut :


- Luas area di bawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) antara sudut 0° – 30° tidak boleh kurang dari 0,055 m.rad atau 3,151 m.deg.
- Luas area di bawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) antara sudut 0° – 40° tidak boleh kurang dari 0,090 m.rad atau 5,157 m.deg.
- Luas area di bawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) antara sudut 30° – 40° atau antara sudut *downflooding* (θ_f) dan 30° jika nilai GZ maksimum tidak mencapai 40° , tidak boleh kurang dari 0,030 m.rad atau 1,719 m.deg.
- Lengan pengembali GZ pada sudut oleh sama dengan atau lebih dari 30° minimal 0,200 m.
- Lengan pengembali maksimum terjadi pada kondisi oleng sebaiknya mencapai 30° atau lebih, tetapi tidak kurang dari 25° .
- Tinggi titik *metacenter* awal (G_{Mo}) tidak boleh kurang dari 0,15m.
- Untuk kapal penumpang, sudut oleng pada perhitungan kondisi penumpang berkelompok pada satu sisi kapal tidak boleh lebih dari 10° . Berat standar setiap penumpang adalah 75 kg, atau boleh kurang tetapi tidak boleh kurang dari 60 kg.

- h. Untuk kapal penumpang, sudut oleng pada perhitungan kondisi kapal berbelok (*turning*) tidak boleh lebih dari 10° .

Pada *Maxsurf hydromax* analisis kriteria stabilitas dapat diatur melalui menu *analysis – criteria*. Klik menu *analysis*, pilih submenu *criteria* atau klik ikon . Pada kotak dialog *criteria* terdapat banyak pilihan kriteria untuk analisis stabilitas. Agar mempermudah dalam melakukan analisis maka dibuat folder baru khusus untuk perhitungan kapal ini. Pada folder tersebut berisikan kriteria-kriteria yang mengacu pada *Intact Stability (IS) CodeReg. III/3.1.2* seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.



Gambar IV. 15. Kotak Dialog Kriteria Stabilitas

Setelah dilakukan pengaturan kriteria stabilitas, hasil analisis stabilitas dapat langsung dilakukan dengan *carastart analysis*. Klik menu *analysis*, pilih submenu *Analysis Type*, pilih *Large Angle Stability*, dan klik *start analysis* atau klik ikon . Analisis dilakukan pada setiap kondisi pemuatan (*loadcase*) yang telah direncanakan sebelumnya. Setelah dilakukan *start analysis* pada setiap kondisi *loadcase*, ringkasan hasil analisis stabilitas dapat dilihat pada Tabel IV.13.

Tabel IV. 13 Hasil Analisis Stabilitas Sekolah Apung

No	Criteria	Value	Unit	Actual condition			
				1	2	3	4
1	Area 0 to 30 shall be greater than (>)	3.151 3	m.deg	37.846	34.488	33.835	38.523
2	Area 0 to 40 shall be greater than (>)	5.156 6	m.deg	75.538	71.171	57.229	64.642
3	Area 30 to 40 shall be greater than (>)	1.718 9	m.deg	37.692	36.683	23.395	26.119
4	Max GZ at 30 or greater	0.2	m	3.87	3.774	2.482	2.629
5	Angle of maximum GZ shall not be less than	25	deg	180	180	180	30.7
6	Initial GMt shall be greater than	0.15	m	36.689	37.939	21.46	17.451
7	Passanger crowding : angle of equilibrium Angle of steady heel shall be less than	10	deg	7.6	7.9	7.4	6.5
8	Turning: angle of equilbirium Angle of steady heel shall be less than	10	deg	7.6	7.9	7.4	6.5
				PASS	PASS	PASS	PASS

IV.9.2. Pemeriksaan Kondisi *Trim*

Trim merupakan kondisi keseimbangan kapal secara memanjang. *Trim* terjadi karena perbedaan letak titik B dan titik G kapal atau titik berat kapal keseluruhan secara memanjang tidak sama dengan titik berat kapal yang tercelup air, sehingga menyebabkan perbedaan sarat pada bagian depan dan belakang kapal. *Trim* merupakan kondisi yang pasti terjadi, karena perubahan kondisi pemuatan secara otomatis pasti mengakibatkan perubahan letak titik berat kapal. Pemeriksaan *trim* ini mengacu pada SOLAS Reg. II/7, dimana kondisi *trim* maksimum yang diperbolehkan adalah 0.5% Lwl.

$$\begin{aligned} \text{Trim maksimal yang diizinkan} &= 0.5/100 \times 76.2 \text{ m} \\ &= 0.381 \text{ m} \end{aligned} \quad (\text{IV.14})$$

Pada *software Maxsurf Hydromax*, pemeriksaan *trim* dapat dilakukan menggunakan opsi pemeriksaan *equilibrium*. Klik menu *analysis type*, pilih *Equilibrium condition*, dan klik *start equilibrium analysis*. Analisis dilakukan pada setiap kondisi pemuatan (*loadcase*) yang telah direncanakan sebelumnya. Hasil pemeriksaan *trim* dapat dilihat pada tabel 4.14 berikut:

Tabel IV. 14 Hasil Pemeriksaan *Trim* Sekolah Apung

NO.	CRITERIA	LOADCASE			
		1	2	3	4
1	Draft Amidsh. m	0.98	1.73	1.43	2.38
2	Displacement tonne	1359.00	2413.00	1962.00	3397.00
3	Heel to Starboard degrees	7.30	7.70	7.00	6.90
4	Draft at FP m	1.02	1.67	1.57	2.24
5	Draft at AP m	0.94	1.79	1.28	2.53
6	Draft at LCF m	0.98	1.73	1.43	2.38
7	Trim (+ve by stern) m	-0.08	0.12	-0.29	0.29
8	WL Length m	71.69	76.11	74.08	76.20
9	WL Beam m	18.71	21.11	20.99	21.49
10	Wetted Area m ²	1314.23	1623.60	1540.88	1788.97
11	Waterpl. Area m ²	1204.31	1448.36	1398.62	1541.81
12	Prismatic Coeff.	0.86	0.83	0.80	0.83
10	Block Coeff.	0.44	0.48	0.45	0.55
14	Midship Area Coeff.	0.52	0.57	0.56	0.67
15	Waterpl. Area Coeff.	0.90	0.90	0.90	0.94
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	38.41	37.68	39.13	37.31
17	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	38.29	37.91	38.50	37.80
18	KB m	0.26	0.73	0.57	1.14
19	KG fluid m	-0.02	2.95	1.50	1.42
20	BMt m	25.75	22.61	26.36	17.66

NO.	CRITERIA	LOADCASE			
		1	2	3	4
21	BML m	325.09	245.72	276.58	201.38
22	GMt corrected m	26.59	20.77	25.82	17.63
23	GML corrected m	325.93	243.88	276.04	201.35
24	KMt m	26.00	23.34	26.93	18.81
25	KML m	325.35	246.44	277.15	202.52
26	Immersion (TPc) tonne/cm	12.35	14.85	14.34	15.81
27	MTc tonne.m	58.12	77.24	71.09	89.75
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	630.53	874.93	884.43	1045.27
29	Max deck inclination deg	7.30	7.70	7.00	6.90
30	Trim angle (+ve by stern) deg	-0.10	0.10	-0.20	0.20
	Trim must not exceed (+/- $\leq 0.5\%$ LWL)	PASS	PASS	PASS	PASS

Dari Tabel IV.14, dapat dilihat bahwa kondisi *trim* sekolah apung memenuhi SOLAS Reg. II/7 pada semua kondisi pemuatan (*loadcase*). *Trim* terbesar terjadi pada *loadcase* 3 dan *loadcase* 4, yaitu pada saat kondisi tangki terisi 50% dan pada saat kondisi tangki terisi penuh.

IV.10. Perencanaan Keselamatan Kapal

Dengan dilakukannya konversi *barge* menjadi sekolah apung, fungsi kapal tersebut berubah dari *cargo ship* menjadi *passenger ship*, sehingga diperlukan perencanaan keselamatan yang berdasar pada standar keselamatan yang ada dengan mempertimbangkan jumlah penumpang yang berada di atas kapal.

IV.10.1. Life Saving Appliances

1. Lifebuoy

Ketentuan jumlah dari *lifebuoy* untuk kapal penumpang menurut SOLAS Reg. III/22.1 dapat dilihat pada Tabel IV.15

Tabel IV. 15 Ketentuan Jumlah *Lifebuoy*

Panjang Kapal (m)	Jumlah <i>Lifebuoy</i>
Dibawah 60	8
Antara 60 sampai 120	12
Antara 120 sampai 180	18
Antara 180 sampai 240	24
Lebih dari 240	30

Panjang LWL dari sekolah apung adalah 76.2 m, sehingga jumlah minimal *lifebuoy* yang harus tersedia adalah 12 buah. Spesifikasi berdasarkan LSA Code II/2.1 adalah sebagai berikut:

- a. Memiliki diameter luar tidak lebih dari 800 mm dan diameter dalam tidak kurang dari 400 mm.
- b. Mampu menahan beban tidak kurang dari 14,5 kg dari besi di air selama 24 jam.
- c. Mempunya massa tidak kurang dari 2,5 kg
- d. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik

Sedangkan ketentuan untuk jumlah dan peralatan *lifebuoy* menurut SOLAS Reg. III/7-1 adalah sebagai berikut:

- a. Didistribusikan di kedua sisi kapal dan di geladak terbuka dengan lebar sampai sisi kapal. Pada sisi belakang kapal (buritan kapal) harus diletakkan 1 buah *lifebuoy*.
- b. Setidaknya satu pelampung diletakkan di setiap sisi kapal dan dilengkapi dengan tali penyelamat
- c. Tidak kurang dari 1,5 dari jumlah total *lifebuoy* harus dilengkapi dengan pelampung dengan lampu menyala (*lifebuoy self-igniting lights*). Sedangkan untuk kapal penumpang setidaknya 6 *lifebuoy* harus dilengkapi dengan *lifebuoy self-igniting lights*
- d. Tidak kurang dari dua dari jumlah total *lifebuoy* harus dilengkapi dengan *lifebuoy self-activating smoke signal* dan harus mudah diakses dari *Navigation Bridge*.

Tabel IV. 16 Perencanaan Jumlah *Lifebuoy*

Jenis <i>Lifebuoy</i>	Jumlah	
	<i>Main Deck</i>	<i>Bridge Deck</i>
<i>Lifebuoy</i>	2	-
<i>Lifebuoy with line</i>	2	2
<i>Lifebuoy with self-igniting lights</i>	2	2
<i>Lifebuoy with smoke signal</i>	2	-

Pada Tabel IV.16 ditunjukkan jumlah *lifebuoy* yang harus diletakkan pada sekolah apung. Total 12 buah *lifebuoy* dengan 8 buah *lifebuoy* disebar pada geladak utama dan 4 *lifebuoy* disebar pada geladak kedua.

2. *Lifejacket*

Kriteria ukuran *lifejacket* menurut LSA Code II/2.2 dapat dilihat pada Tabel IV.17

Tabel IV. 17 Kriteria Ukuran *Lifejacket*

Ukuran <i>Lifejacket</i>	Balita	Anak-anak	Dewasa
Berat (kg)	< 15	15-43	> 43
Tinggi (cm)	< 100	100-155	>155

Sedangkan ketentuan jumlah dan penempatan *lifejacket* pada kapal penumpang berdasarkan SOLAS Reg. III/7-2 adalah sebagai berikut:

- a. Sebuah *lifejacket* harus tersedia untuk setiap orang diatas kapal dengan ketentuan sebagai berikut:
 - Untuk kapal penumpang dengan pelayaran kurang dari 24 jam, jumlah *lifejacket* untuk bayi setidaknya sama dengan 2.5% dari jumlah penumpang
 - Untuk kapal dengan pelayaran lebih dari 24 jam, jumlah *lifejacket* untuk bayi harus disediakan untuk setiap bayi yang ada di atas kapal
 - Jumlah *lifejacket* untuk anak-anak sedikitnya sama dengan 10% dari jumlah penumpang atau boleh lebih banyak sesuai dengan permintaan ketersediaan *lifejacket* untuk setiap anak
 - Jumlah *lifejacket* yang cukup harus tersedia untuk orang-orang pada saat akan menuju *survival craft*. *Lifejacket* tersedian untuk orang-orang yang berada di *bridge deck*, ruang kontrol mesin, dan tempat awak kapal lainnya.
 - Jika *lifejacket* yang tersedia untuk orang dewasa tidak didesain untuk berat orang lebih dari 140 kg dan lingkaran dada mencapai 1,750 mm, jumlah *lifejacket* yang cukup harus tersedia di kapal untuk setiap orang tersebut.
- b. *Lifejacket* harus ditempatkan pada tempat yang mudah diakses dan dengan penunjuk posisi yang jelas

- c. *Lifejacket* yang digunakan di *totally enclosed lifeboat*, kecuali *free fall lifeboats*, tidak boleh menghalangi akses masuk ke dalam *lifeboat* atau tempat duduk, termasuk pada saat pemasangan sabuk pengaman

Ketentuan perencanaan peletakkan *lifejacket* berdasarkan SOLAS Reg. III/22 adalah sebagai berikut:

- a. *Lifejacket* harus diletakkan di tempat yang mudah dilihat, di geladak atau di *muster station*
- b. *Lifejacket* penumpang diletakkan di ruangan yang terletak langsung diantara area umum dan *muster station*. Untuk kapal pelayaran lebih dari 24 jam, *lifejacket* harus diletakkan di area umum, *muster station*, dan diantaranya.

Berdasarkan ketentuan-ketentuan tersebut, maka perencanaan *lifejacket* dapat dilihat pada Tabel IV.18

Tabel IV. 18 Ketentuan Jumlah *Lifejacket*

Jenis <i>lifejacket</i>	Jumlah	
	<i>Main Deck</i>	<i>Bridge Deck</i>
<i>Lifejacket with lights</i>	124	192
<i>Lifejacket for childs</i>	29	-
<i>Lifejacket for toddlers</i>	8	-

Dapat dilihat dari Tabel IV.18, jumlah total *lifejacket* yang harus tersedia pada sekolah apung berjumlah 353 buah.

3. *Muster Station*

Muster station merupakan area untuk berkumpul disaat terjadi keadaan bahaya. *Muster station* akan diletakkan di ujung depan geladak utama dan area lapangan di geladak kedua. Ketentuan letak *muster station* berdasarkan MSC/CCircular.699/II-2 adalah sebagai berikut:

- a. *Muster station* harus diidentifikasi dengan *muster station symbol*.
- b. Simbol *muster station* harus diberi ukuran secukupnya dan diletakkan di *muster station* serta dipastikan mudah terlihat

4. *Launching & Embarkation Appliances*

Perencanaan *Launching & Embarkation Appliances* menurut SOLAS Reg. III/6 adalah sebagai berikut:

- a. Tangga tersedia pada *survival craft* untuk menyediakan akses yang aman pada saat setelah *launching*
- b. Anak tangga harus terbuat dari bahan *non-slip*
- c. Satu *embarkation ladder* harus tersedia pada tiap *embarkation station*.

5. *Escape Routes*

Simbol *escape route* dipasang pada setiap lorong kapal, tangga-tangga, dan didesain untuk mengarahkan penumpang kapal menuju *muster station*. Ketentuan peletakan simbol *escape route* berdasarkan MSC/Circular.699/II-2 adalah sebagai berikut:

- a. Simbol arah ke *muster station* atau simbol *escape way* harus disediakan di semua area penumpang, seperti pada tangga, gang, atau lorong menuju *muster station*, di tempat-tempat umum yang tidak digunakan sebagai *muster station*, di setiap pintu masuk ruangan dan area yang menghubungkan tempat umum dan disekitar pintu-pintu pada *deck* terluar yang memberikan akses menuju *muster station*.
- b. Sangat penting bahwa *route* menuju *muster station* harus ditandai dengan jelas dan tidak diperbolehkan untuk digunakan sebagai tempat meninggalkan barang-barang.
- c. Tanda arah *embarkation station* dari *muster station* ke *embarkation station* harus disediakan.

6. *Visual Signal*

Visual signal merupakan alat yang digunakan untuk komunikasi darurat ketika terjadi keadaan bahaya. Jenis *visual signal* yang akan digunakan adalah *rocket parachute flare* yang dipasang di geladak kedua (*bridge deck*), *lifeboat*, dan *liferaft*. Menurut SOLAS Reg. III/6, untuk kapal penumpang dan barang lebih dari 300 GT, setidaknya 12 *rocket parachute flare* harus dipasang di bagian *navigation deck*.

7. *Radio & Navigation*

a. *Search And Rescue Radar (SART)*

Pada sekolah apung ini akan dipasang 2 SART di setiap sisinya. Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/6, SART harus dibawa saat naik di *lifeboat* atau *liferaft*, ketika dilakukan evakuasi agar radar tetap bisa ditangkap.

b. *Emergency Position Indicating Radio Beacon (EPIRB)*

Pada sekolah apung akan dipasang 1 EPIRB dan diletakkan diluar. Frekuensi EPIRB yang digunakan menurut SOLAS Reg. IV/8 adalah 406 Mhz dan tertera juga tanggal akhir masa berlaku atau tanggal terakhir sensor apung

c. *Radio Telephone Apparatus*

Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/6, terdapat paling sedikit 3 set *radio telephone* yang memenuhi standar.

8. *Line Throwing Appliances*

Pemasangan *line throwing appliances* menurut SOLAS Reg.III/18 adalah sebagai berikut:

- a. Roket, pada saat diluncurkan menghasilkan garis yang panjang dan tebal
- b. Tujuan: untuk menembakkan tali ke kapal lain untuk menghasilkan *towing connection*
- c. Satu *line throwing appliances* harus disediakan

IV.10.2 Fire Control Equipment

Berdasarkan SOLAS Reg. II/10, pemadam kebakaran diletakkan di tempat-tempat yang terlihat, mudah dijangkau dengan cepat dan mudah kapanpun atau saat dibutuhkan. Sedangkan menurut MSC 911/7, lokasi alat pemadam kebakaran portabel berdasarkan kesesuaian kebutuhan dan kapasitas. Alat pemadam kebakaran untuk kategori ruang khusus harus cocok untuk kebakaran kelas A dan B. Peralatan pemadam kebakaran yang dipasang pada kapal ini antara lain sebagai berikut:

1. *Fire hose reel with spray jet nozzle & hydrant*

Untuk kapal yang mengangkut lebih dari 36 penumpang, *fire hoses* harus terhubung ke *hydrant*. Menurut SOLAS Reg. II/10-2, panjang *fire hoses* minimal adalah 10 m. Tetapi tidak lebih dari 15 m di kamar mesin, 20 m di geladak terbuka, dan 25 m di geladak terbuka untuk kapal dengan lebar mencapai 30 m.

2. *Sprinkler*

Menurut ketentuan SOLAS Reg. II/10-6, untuk kapal penumpang yang mengangkut lebih dari 36 penumpang, harus dilengkapi dengan sistem *sprinkler* otomatis untuk area yang memiliki resiko kebakaran besar, misalnya seperti di *passenger deck*.

3. *Portable dry powder extinguisher*

Digunakan untuk memadamkan kebakaran tipe A, B, dan C. Diletakkan di area umum seperti geladak penumpang dan geladak akomodasi lainnya.

Sedangkan alat pendeteksi kebakaran yang harus dipasang berdasarkan ketentuan HSC Code VII/7 antara lain sebagai berikut:

1. *Bell fire alarm*

Untuk kapal kurang dari 500GT, *alarm* ini dapat terdiri dari peluit atau sirine yang dapat didengar di seluruh bagian kapal

2. *Push button for fire alarm*

Push button for fire alarm ini digunakan atau ditekan apabila terjadi tanda bahaya yang disebabkan apa saja dan membutuhkan peringatan menyeluruh pada kapal secepat mungkin

3. *Heat detector*

Detektor ini dipasang pada ruang *generator*, ruang komputer, ruang lab, gudang lab, dan dapur kantin.

4. *Fire alarm panel*

Control panel harus diletakkan pada ruangan atau pada *main fire control station*.

IV.11. Sistem Tambat

Seluruh kapal dan *floating objects* harus memiliki paling sedikit 4 posisi tambat pada setiap sisi kecuali tidak dapat dipraktikan karena alasan limitasi dari sarat. Berikut adalah sistem perencanaan tambat dari sekolah apung

1. Jenis Sistem Tambat

Barge yang dikonversi menjadi sekolah apung akan dibangun pada dermaga di Pulau Kelapa. Jarak dari dermaga ke sekolah apung adalah 9 m. Umumnya, digunakan sistem tambat berupa *spread mooring*. Sistem tambat ini menggunakan 4 posisi *mooring*. Sudut antara *mooring line* dengan *barge* adalah 45^0 , 135^0 , 225^0 , dan 270^0 . Namun, sistem ini tidak memungkinkan untuk diaplikasikan pada sekolah apung karena jarak sekolah apung dengan dermaga yang sangat dekat.

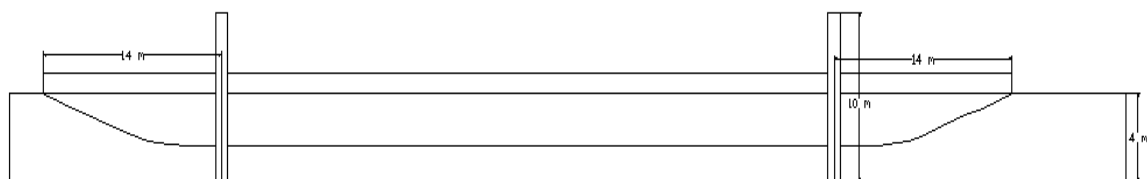
Sistem tambat yang akan digunakan pada sekolah apung ini menggunakan *spud pile system* seperti yang digunakan pada *spud barge*. *Spud* yang digunakan terbuat dari material silinder yang ditancapkan ke dasar laut atau sungai untuk meningkatkan stabilitas ketika terjadi aktivitas ringan maupun berat di atas *barge* tersebut.



Sumber: europontoons.com

Gambar IV. 16. *Spud Barge*

Sistem ini lebih ekonomis dibandingkan dengan sistem tambat lain. Karena pada sistem tambat lain dibutuhkan pemasangan *bollard*, *windlass*, serta peralatan *outfitting* lainnya. Dalam hal stabilitas, sistem ini juga lebih unggul dikarenakan *spud leg* yang tertanam mengapit *barge* sehingga mengurangi pergerakan dari *barge*.



Gambar IV. 17. Sistem Tambat dengan *Spud Leg* pada Sekolah Apung

2. *Spud Leg System*

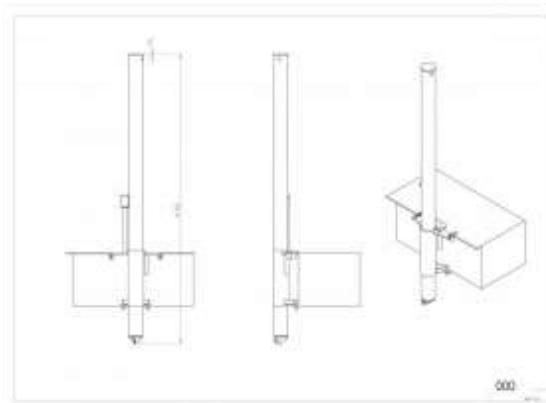
Spud leg digunakan sebagai pengganti jangkar untuk menambat kapal maupun *floating structure* guna menghindari pergerakan secara *general* maupun *drifting* dari posisi seharusnya. *Spud leg* memiliki standar tinggi 4 m, tetapi dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Pada sekolah apung, dengan asumsi dermaga telah dikeruk, memiliki kedalaman 4 m. Maka, *spud leg* direncanakan memiliki tinggi 10 m.



Sumber: europontoons.com

Gambar IV. 18. *Spud Legs Bracket*

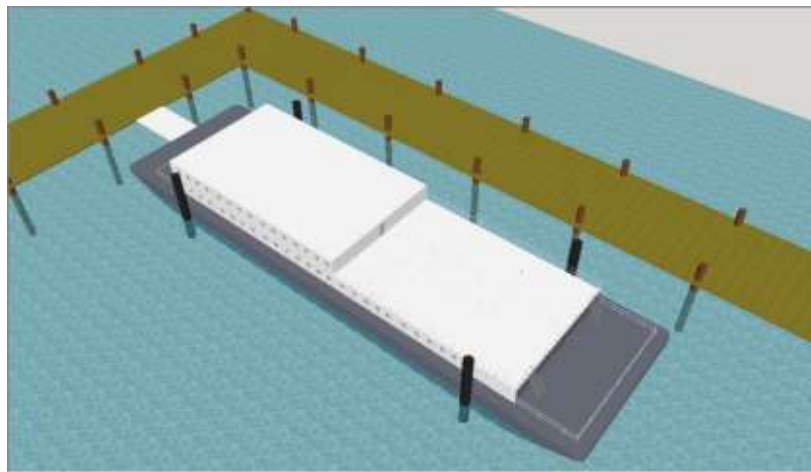
Spud brackets dipasang pada kedua sisi kapal dengan jumlah masing-masing 2 buah pada tiap sisi, kemudian *spud legs* dipasang pada *brackets/holders* tersebut. Pengaplikasiannya dapat dilihat pada Gambar IV.19.



Sumber: europontoons.com

Gambar IV. 19. Konfigurasi Pengaplikasian *Spud*

Desain dari sistem tambat pada sekolah apung dapat dilihat pada Gambar IV.20 berikut.



Gambar IV. 20. Desain Sistem Tambat

BAB V

ANALISIS BIAYA

V.1. Pendahuluan

Setelah dilakukan analisis secara teknis selanjutnya dilakukan analisis biaya untuk menghitung besarnya biaya yang dibutuhkan untuk melakukan konversi *barge* menjadi sekolah apung. Perhitungan yang dilakukan hanya pada tahap *preliminary engineer estimate*, yang dapat digunakan sebagai perkiraan biaya konversi kapal.

V.2. Perhitungan Biaya Reparasi Sebelum Konversi

Untuk mengubah *barge* menjadi sekolah apung, perlu dilakukan beberapa modifikasi, seperti pelepasan *bulwark*, *blasting hull*, dan *repainting*. *Barge* yang digunakan memiliki ukuran panjang 76.2 m dan lebar 21.3 m, dengan harga 10 Miliar rupiah. Perhitungan reparasi sebelum konversi dapat dilihat pada tabel V.1.

Tabel V. 1 Perhitungan Harga Reparasi Sebelum Konversi

No	Item	Unit Quantity		Price/unit	Total Price
		kg	m ²		
1	<i>Selling remaining plates from bullwark</i>	110657.8704		IDR 24,000.00	IDR 2,655,788,889.600
2	<i>Blasting</i>		1623.194	IDR 60,000.00	-IDR 97,391,640.000
3	<i>Hull repainting</i>		1623.194	IDR 27,000.00	-IDR 43,826,238.000
				Total	IDR 2,514,571,011.600

Dari Tabel V.1, dapat disimpulkan bahwa biaya reparasi kapal menghasilkan *income* sebesar Rp 2,514,571,011,600. Penghasilan tersebut dapat dijadikan modal awal untuk proses konversi selanjutnya

V.3. Perhitungan Lama Waktu Konversi

Pada perhitungan ini, lamanya waktu pengerjaan yang dibutuhkan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan kapal untuk *docking* dan biaya *docking* kapal menggunakan standar jam orang (JO) dari PT.Dok dan Perkapalan Surabaya. Waktu pengerjaan yang dimaksud adalah waktu pengerjaan untuk tahap fabrikasi dan *assembly*.

a. Tahap Fabrikasi

Jenis pekerjaan pada tahap fabrikasi ini terdiri dari pemotongan plat dan profil, *marking*, *fitting*, dan pengelasan yang dibutuhkan untuk konstruksi bangunan tambahan di atas geladak. Untuk mengetahui lamanya pekerjaan pada tahap fabrikasi dapat dilakukan perhitungan perkalian antara efisiensi waktu kerja dengan berat konstruksi yang dibutuhkan. Berat komponen-komponen konstruksi yang digunakan untuk perhitungan ini sesuai dengan hasil perhitungan pada tahap modifikasi pada analisis teknis. Perhitungan lamanya pekerjaan tahap fabrikasi adalah sebagai berikut:

Efisiensi waktu produksi = 65.08 kg/JO

Jumlah pekerja = 10 orang

Jam kerja = 8 jam/hari

Efisiensi waktu kerja = Efisiensi waktu produksi x Jumlah pekerja x Jam kerja
= 5.206 ton/hari

Tabel V. 2 Tahap Fabrikasi Sekolah Apung

Nama Bagian	Ukuran	Berat (ton)	Efisiensi Kerja (ton/hari)	Waktu Kerja (hari)
Pelat geladak	tebal = 7 mm	79.804	5.2064	15.328
Pelat sisi	tebal = 8 mm	35.268	5.2064	6.774
Pelat dinding depan	tebal = 8 mm	11.756	5.2064	2.258
<i>Room Divider</i>	tebal = 7 mm	10.386	5.2064	1.995
			TOTAL =	28

b. Tahap *Assembly*

Jenis pekerjaan pada tahap *assembly* terdiri dari *marking*, *fitting*, dan pengelasan plat serta profil hasil dari tahap fabrikasi menjadi bentuk blok-blok. Untuk cara perhitungan lamanya pekerjaan sama dengan tahap fabrikasi

Efisiensi waktu produksi = 62.08 kg/JO

Jumlah pekerja = 10 orang

Jam kerja = 8 jam/hari

Efisiensi waktu kerja = Efisiensi waktu produksi x Jumlah pekerja x Jam kerja
= 5.024 ton/hari

Tabel V. 3 Tahap *Assembly* Sekolah Apung

Nama Bagian	Ukuran	Berat (ton)	Efisiensi Kerja (ton/hari)	Waktu Kerja (hari)
Pelat geladak	tebal = 7 mm	79.804	5.024	15.885
Pelat sisi	tebal = 8 mm	35.268	5.024	7.020
Pelat dinding depan	tebal = 8 mm	11.756	5.024	2.340
Pelat pemisah ruangan	tebal = 7 mm	10.386	5.024	2.067
			TOTAL =	29

Dari hasil perhitungan pada tabel 5.2 dan tabel 5.3 dapat dihitung total lamanya pekerjaan tahap fabrikasi dan *assembly* adalah 57 hari. Sehingga lamanya kapal *docking* adalah 57 hari, dengan asumsi penambahan waktu 5 hari kerja untuk tahap pekerjaan akhir yang berupa proses pengecatan dan pemasangan peralatan dan perlengkapan.

V.5. Perhitungan Estimasi Biaya Konversi

Konversi yang dilakukan berupa penambahan bangunan pada geladak dan membutuhkan *item* untuk sekolah, serta penambahan plat untuk pembatas antar ruangan.

Item konversi tersebut antara lain adalah:

1. Penambahan *interior* sekolah
2. Penambahan plat
3. Penambahan pelistrikan
4. Penambahan permesinan
5. Penambahan *fire fighting & life saving appliance*

Perhitungan biaya *interior* diambil dari beberapa referensi seperti *Mayfair*. Perhitungan biaya *interior* selengkapnya terlampir. Perhitungan biaya konversi mengacu pada estimasi pembangunan kapal baru oleh Pertamina seperti tercantum pada tabel V.4

Tabel V. 4 Estimasi Pembangunan Kapal Baru

Cost	Detail	%
Direct Cost	1. Hull Part	
	1.a. Steel plate and profile	21.00
	1.b. Hull outfit, deck machiney and accommodation	7.00
	1.c. Piping, valves and fittings	2.50
	1.d. Paint and cathodic protection/ICCP	2.00
	1.e. Coating (BWT only)	1.50
	1.f. Fire fighting, life saving and safety equipment	1.00

Cost	Detail	%
	<i>1.g. Hull spare part, tool, and inventory</i>	0.30
	<i>Subtotal (1)</i>	35.30
	2. Machinery Part	
	<i>2.a. Propulsion system and accessories</i>	12.00
	<i>2.b. Auxiliary diesel engine and accessories</i>	3.50
	<i>2.c. Boiler and Heater</i>	1.00
	<i>2.d. Other machinery in in E/R</i>	3.50
	<i>2.e. Pipe, valves, and fitting</i>	2.50
	<i>2.f. Machinery spare part and tool</i>	0.50
	<i>Subtotal (2)</i>	23.00
	3. Electric Part	
	<i>3.a. Electric power source and accessories</i>	3.00
	<i>3.b. Lighting equipment</i>	1.50
	<i>3.c. Radio and navigation equipment</i>	2.50
	<i>3.d. Cable and equipment</i>	1.00
	<i>3.e. Electric spare part and tool</i>	0.20
	<i>Subtotal (3)</i>	8.20
	4. Construction cost	
	<i>Consumable material, rental equipment and labor</i>	20.00
	<i>Subtotal (4)</i>	20.00
	5. Launching and testing	
	<i>Subtotal (5)</i>	1.00
	6. Inspection, survey and certification	
	<i>Subtotal (6)</i>	1.00
	TOTAL I (sub 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)	88.50
Indirect Cost	7. Design cost	3.00
	8. Insurance cost	1.00
	9. Freight cost, import duties, IDC, Q/A, guarantee engineer, handling fee, guarantee & warranty cost.	2.50
	TOTAL II (sub 7+ 8 + 9)	6.50
Margin	TOTAL III	5.00
GRAND TOTAL (I + II + III)		100.00

Sumber: Akbar, 2016

1. Perhitungan biaya plat tambahan

Perhitungan biaya plat tambahan yang dibutuhkan untuk pembangunan sekolah apung dapat dilihat pada tabel V.5 sebagai berikut:

Tabel V. 5 Biaya *Additional Plate*

No	Item	Plate dimension	Weight (ton)
1	Pelat geladak	tebal = 7 mm	79.803885
2	Pelat sisi	tebal = 8 mm	35.26848
3	Pelat dinding depan	tebal = 8 mm	11.75616
4	Room Divider	tebal = 7 mm	10.38555
Total			137.214075
Price of steel/ton			IDR 7,980,000.00
Total price			IDR 1,094,968,318.50

Harga baja per ton dikutip dari Krakatau *Steel*. Dari Tabel V.5, didapat total berat baja tambahan yang dibutuhkan sebesar 137.2 ton dan biaya pembelian baja menghasbiskan Rp. 1,094,968,318.50

2. Perhitungan biaya *interior*

Dari hasil perhitungan, didapat berat total *interior* sebesar 13,530.17 ton dengan estimasi harga *interior* sebesar Rp 1,558,169,636.10. Perhitungan lengkap terlampir.

3. *Main Ship Building Cost*

Biaya *main shipbuilding* merupakan inti dari konversi, seperti yang tercantum pada Tabel V.6 sebagai berikut:

Tabel V. 6 *Main Ship Building Cost*

No	Item	Price
1	Ship's cost	-IDR 10,000,000,000.00
2	Reparation cost	2,514,571,011.600
3	Interior cost	-IDR 1,558,169,636.10
4	Additional plate cost	-IDR 1,094,968,318.50
Total		-IDR 10,138,566,943.00

Dari Tabel V.6, dapat disimpulkan bahwa biaya pembangunan inti dari konversi *barge* menjadi sekolah apung diperkirakan mencapai angka Rp. 10,138,566,943.00

4. *Floating deck rent cost*

Dalam kasus pembangunan sekolah apung ini, diambil contoh *rent cost* dari galangan PT. Dok dan Perkapalan Surabaya

Tabel V. 7 Biaya Peminjaman *Floating Dock*

No	Item	Price	Unit		Total Price
			Day	Times	
1	<i>Floating dock rent</i>	IDR 2,250,000.00	57		IDR 128,250,000.00
2	<i>Docking & undocking</i>	IDR 8,550,000.00		2	IDR 17,100,000.00
Total					IDR 145,350,000.00

Pada Tabel V.7, dapat dilihat biaya peminjaman *floating dock* per harinya adalah Rp. 2,250,000.00 dan biaya *docking & undocking* sebesar Rp. 8,550,000.00. Sehingga biaya yang dibutuhkan untuk 57 hari diperkirakan sebesar Rp 128,250,000.00 dan perkiraan biaya *docking & undocking* sebesar Rp. 17,100,000.00

5. Biaya pelistrikan

Biaya *electricity equipment* tercantum pada tabel V.8 sebagai berikut:

Tabel V. 8 Biaya *Electric Equipment*

No	Item	Price (%) of core cost	Price
1	<i>Electric Power & Acc.</i>	3	IDR 304,157,008.29
2	<i>Lighting eq.</i>	1.5	IDR 152,078,504.15
3	<i>Cable eq.</i>	2.5	IDR 253,464,173.58
4	<i>Electric spare part</i>	0.2	IDR 20,277,133.89
Total			IDR 729,976,819.90

Dari Tabel V.8, dapat diperkirakan biaya *electricity equipment* mencapai 7.2% dari *main shipbuilding cost*, yaitu sebesar Rp. 729,976,819.90

6. Biaya permesinan

Perkiraan biaya permesinan yang mengacu pada tabel (), dimana biaya *machinery parts* adalah 23% dari biaya *main shipbuilding cost*. Namun, karena sekolah apung tidak menggunakan *main engine*, maka biaya permesinan diperkirakan sebagai berikut:

Tabel V. 9 Biaya *Machinery Parts*

No	Item	Price (%) of core cost	Price
1	<i>Pipes, Valves, Fittings</i>	2.5	IDR 253,464,173.58
2	<i>Mach.spare part&tools</i>	0.5	IDR 50,692,834.72
3	<i>Other mach</i>	3.5	IDR 354,849,843.01
Total			IDR 659,006,851.30

Dari Tabel V.9, dapat diperkirakan biaya permesinan mencapai 6.5% dari *main shipbuilding cost*, yaitu sebesar Rp. 659,006,851.30

7. *Construction cost*

Construction cost terdiri dari biaya *consumable material, rental equipment & labor*, seperti yang tercantum pada Tabel V.10

Tabel V. 10 *Construction Cost*

No	Item	Price (%) of core cost	Price
1	Consumable material, rental equipment & labor	20	IDR 2,027,713,388.60
Total			IDR 2,027,713,388.60

Dari Tabel V.10, dapat diperkirakan biaya *construction cost* mencapai 20% dari *main shipbuilding cost*, yaitu sebesar Rp. 2,027,713,388.60

8. *Miscellaneous*

Perhitungan biaya pada bagian ini meliputi *firefighting, life saving appliances, inspection, survey, & sertification*, seperti yang tercantum pada Tabel V.11 berikut:

Tabel V. 11 *Miscellaneous Cost*

No	Item	Price (%) of core cost	Price
1	Firefighting, lifesaving, & safety	1	IDR 101,385,669.43
2	Inspection, survey, sertification	1	IDR 101,385,669.43
Total			IDR 202,771,338.86

Dari Tabel V.11, dapat diperkirakan biaya mencapai 2% dari *main shipbuilding cost*, yaitu sebesar Rp. 202,771,338.86

9. *Indirect cost*

Indirect cost terdiri dari biaya pembuatan desain, asuransi, dan jaminan. Sebagaimana terlampir pada Tabel V.12

Tabel V. 12 *Indirect Cost*

No	Item	Price (%) of core cost	Price
1	Design cost	3	IDR 304,157,008.29
2	Insurance cost	1	IDR 101,385,669.43
3	Freight & warranty cost	2.5	IDR 253,464,173.58
			IDR 659,006,851.30

Indirect cost diestimasi mencapai 6.5% dari *main shipbuilding cost*, dengan biaya mencapai Rp. 659,006,851.10

Perhitungan biaya di atas dapat dirangkum sebagai berikut :

Tabel V. 13 Biaya Konversi *Barge*

No	Item	Price
1	<i>Core shipbuilding cost</i>	IDR 10,138,566,943.00
2	<i>Floating dock rent</i>	IDR 145,350,000.00
3	<i>Electricity</i>	IDR 729,976,819.90
4	<i>Machinery Part</i>	IDR 659,006,851.30
5	<i>Construction cost</i>	IDR 2,027,713,388.60
6	<i>Miscellaneous</i>	IDR 202,771,338.86
7	<i>Indirect cost</i>	IDR 659,006,851.30
Total		IDR 14,562,392,192.95

BAB VI

SARAN DAN KESIMPULAN

VI.1. Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan, baik dari segi teknis maupun ekonomis pada Tugas Akhir ini, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Desain sekolah apung memiliki 2 lantai dengan ukuran lantai pertama memiliki panjang 57.5 m sementara lantai kedua memiliki panjang 31 m. Kedua lantai tersebut memiliki lebar dan tinggi yang sama, yaitu dengan lebar 18.3 m dan tinggi 2.4 m. Memiliki kapasitas DWT pada sarat maksimum sebesar 3397 ton. Sekolah apung ini memiliki fasilitas ruang kelas sebanyak 9 unit dengan masing-masing unit dapat menampung 32 orang siswa, 1 unit perpustakaan, 1 unit ruang guru yang dilengkapi dengan ruang kepala sekolah, ruang arsip, beserta ruang bimbingan konsultasi siswa, 1 unit ruang kesehatan, 1 unit kafeteria, 1 unit tempat ibadah, 4 unit toilet dengan masing-masing 2 unit toilet perempuan dan 2 unit toilet laki-laki, serta 1 unit laboratorium IPA yang dilengkapi dengan 3 unit gudang penyimpanan.
 2. Pada perhitungan *freeboard* menurut ICLL 1966, *freeboard* minimum untuk sekolah apung adalah sebesar 771.28 mm dengan sarat maksimum 2.38 m.
 3. Besarnya *Gross Tonnage* kapal setelah dikonversi adalah 3182 GT.
 4. Kondisi stabilitas kapal setelah dilakukan konversi telah memenuhi kriteria *Intact Stability (IS) Code Reg. III/3.1* berdasarkan hasil yang didapat dari perhitungan menggunakan bantuan *software Maxsurf-Hydromax*.
 5. Pada perencanaan keselamatan kapal setelah dikonversi yang berdasar pada SOLAS 1974, terdapat penambahan *item* sebagai berikut:
 - a. 353 *lifejackets*, dengan pembagian 161 *lifejacket* ditempatkan di lantai pertama dan 192 *lifejackets* diletakkan di lantai kedua
 - b. 12 *lifebuoys*, dengan pembagian 8 *lifebuoys* diletakkan pada lantai pertama dan 4 *lifebuoys* diletakkan pada lantai kedua.
- Desain *safety plan* dapat dilihat pada lampiran D
6. Besarnya biaya total konversi *barge* menjadi sekolah apung sebesar IDR 14,6 Milliar

VI.2. Saran

1. Perlu adanya tinjauan lebih rinci terhadap konstruksi dan kekuatan sekolah apung mengingat pada Tugas Akhir ini, perhitungan yang digunakan berupa pendekatan.
2. Analisis lebih terperinci dan *real* terhadap biaya konversi *barge* menjadi sekolah apung.

DAFTAR PUSTAKA

- (n.d.). Retrieved July 2017, from <http://www.europontoons.com>
- (n.d.). Retrieved Februari 2017, from <http://www.hoedlmayr.com>
- (n.d.). Retrieved Februari 2017, from <https://www.thrustmaster.net/>
- (n.d.). Retrieved Februari 2017, from www.nauticexpo.com
- (n.d.). Retrieved Februari 2017, from <http://www.jakarta.go.id>
- (n.d.). Retrieved Februari 2017, from www.ppk-kp3k.kkp.go.id
- (n.d.). Retrieved Februari 2017, from <http://sekolah.data.kemdikbud.go.id/>
- (n.d.). Retrieved Februari 2017, from <http://referensi.data.kemdikbud.go.id/>
- (n.d.). Retrieved Februari 2017, from <http://kepulauanseribukab.bps.go.id/>
- (n.d.). Retrieved Februari 2017, from Marine Insight: www.marininesight.com
- (n.d.). Retrieved July 2017, from www.europontoons.com
- Akbar, D. Y. (2016). *Analisis Teknis dan Ekonomis Deck Cargo Barge 250 ft Menjadi Restobarge untuk Daerah Perairan Gili Trawangan-Gili Meno, Lombok*. Surabaya.
- Bangladesh Ultra Cool Floating Schools*. (2014). Retrieved Februari 2017, from Dogonews: <https://www.dogonews.com>
- Floating Schools in Bangladesh*. (2013). Retrieved Februari 2017, from New York Times: www.nytimes.com
- Intact Stability (IS) Code - Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18)*.
- It's a boat it's a school it's a livelihood booster*. (n.d.). Retrieved Februari 2017, from Unicef: www.sowc2015.unicef.org
- Kurniawati, H. A. *Peraturan Statutori*.
- Load Lines 1966/1988. *International Convention on Load Lines 1966/1998 as Ammended by the Protocol of 1998*.
- Makoko Floating School NLE Architects*. (n.d.). Retrieved Februari 2017, from Arc Daily: www.arcdaily.com/
- McCorskey, J. C. (1978). *Communication Education Vol.27*.
- Parsons, M. G. (2001). *Parametric Design, Chapter 11*. University of Michigan Department of Naval Architecture and Shipbuilding Engineering.
- Peraturan Menteri Pendidikan Republik Indonesia No.24 Tahun 2007 Mengenai Standar Sarana dan Prasarana untuk Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah (SD/MI), Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah (SMP/MTs), dan Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (SMA). (2007). Indonesia.
- Romadhana, F. (2015). *Analisis Teknis dan Ekonomis Konversi Landing Craft Tank (LCT) Menjadi Kapal Motor Penyeberangan (KMP) Tipe Ro-Ro untuk Rute Ketapang (Kabupaten Banyuwang) - Gilimanuk (Kabupaten Jembrana)*. Surabaya, Indonesia.
- Schneekluth, A. H. (1998). *Ship Design Efficiency and Economy* (2nd edition ed.). Oxford: Butterworth Heinemann.
- SOLAS Chapter III - Life Saving Appliances and Arrangements*.
- Tonnage. (1969). *International Convention on Tonnage Measurement of Ships*.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A : *LINES PLAN*

LAMPIRAN B : *GENERAL ARRANGEMENT* SEKOLAH APUNG

LAMPIRAN C : DESAIN *SAFETY PLAN* SEKOLAH APUNG

LAMPIRAN D : PERHITUNGAN TITIK BERAT KAPAL

LAMPIRAN E : PERHITUNGAN *FREEBOARD* KAPAL SESUDAH KONVERSI

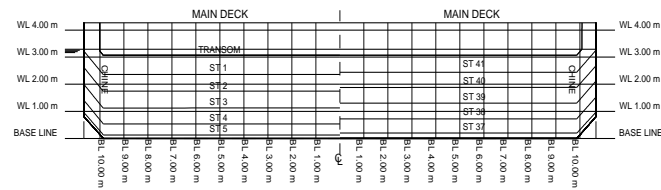
**LAMPIRAN F : PERHITUNGAN STABILITAS DAN *TRIM* KAPAL SESUDAH
KONVERSI**

LAMPIRAN G : PERHITUNGAN *TONNAGE*

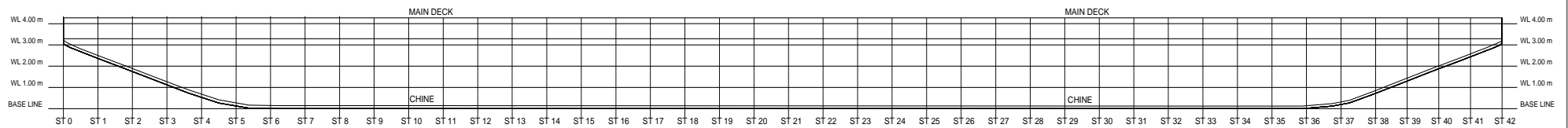
LAMPIRAN H : PERHITUNGAN BIAYA

LAMPIRAN A
LINES PLAN BARGE

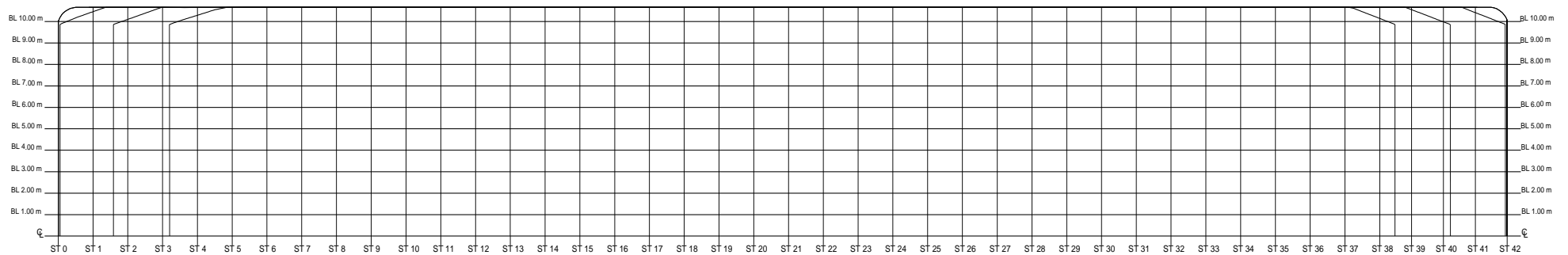
BODY PLAN



SHEER PLAN




HALF-BREADTH PLAN

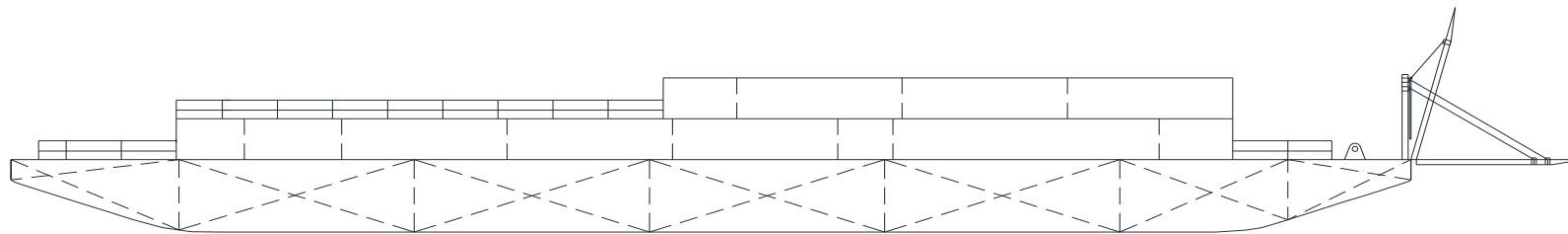


PRINCIPAL DIMENSION

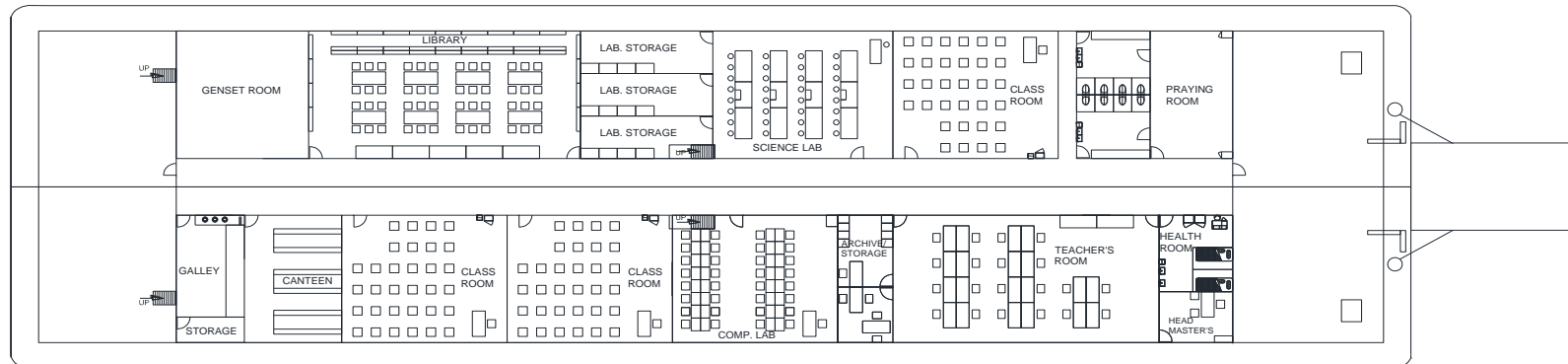
LENGTH OF OVERALL	: 76.2 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR	: 76.2 m
MOULDED BREADTH	: 21.336 m
MOULDED DEPTH	: 4.267 m
MOULDED DRAUGHT	: 3.29 m
BLOCK COEFFICIENT	: 0.882
NUMBER OF PASSENGERS	: 316 PERSONS

	INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER			
	FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY			
	DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING			
FLOATING SCHOOL				
LINES PLAN				
SCALE	: 1 : 200	SIGNATURE	DATE	NOTES
DRAWN BY	: DANA PUTRI SARIRA			Reg. No.: 4112100079
APPROVED BY	1. T. Wasas D. A. M.Sc., Ph.D. 2. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.			A3

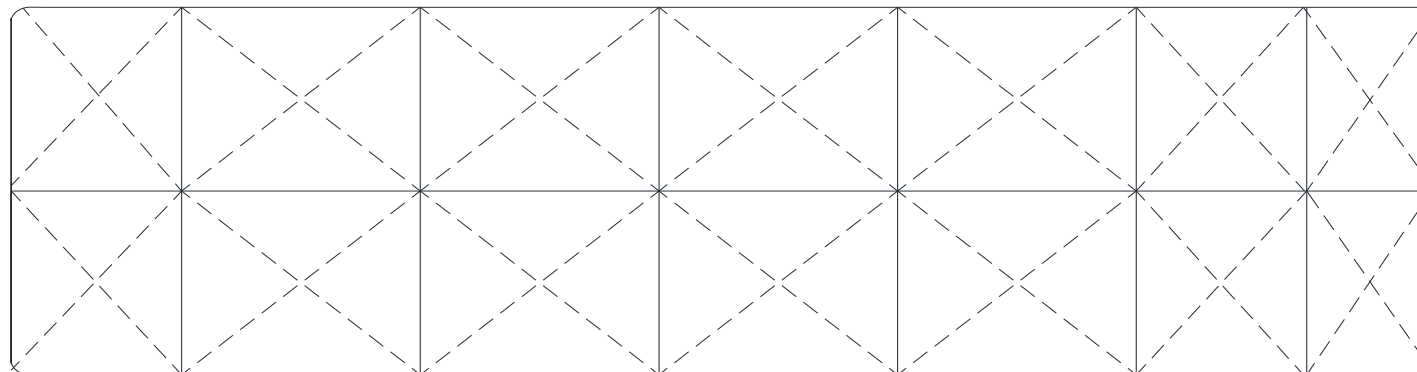
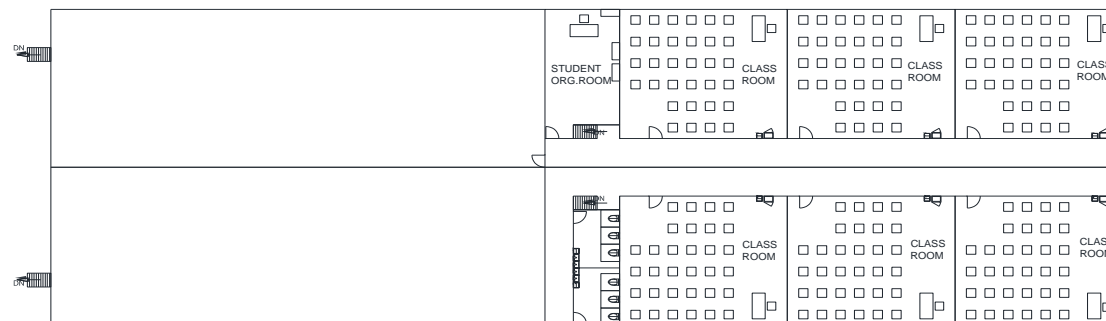
LAMPIRAN B
GENERAL ARRANGEMENT SEKOLAH APUNG



Main Deck




Second Deck



PRINCIPAL DIMENSION










LENGTH OF OVERALL	: 76.2 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR	: 76.2 m
MOULDED BREADTH	: 21.336 m
MOULDED DEPTH	: 4.267 m
MOULDED DRAUGHT	: 3.29 m
BLOCK COEFFICIENT	: 0.882
NUMBER OF PASSENGERS	: 316 PERSONS

	INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER		
	FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY		
	DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING		
GENERAL ARRANGEMENT			
SCALE : 1 : 200		SIGNATURE	
DRAWN BY : DANA PUTRI SARIRA			Reg. No.: 4112100079
APPROVED BY : 2.Ahmed Nasirudin, S.T., M.Eng.			A3

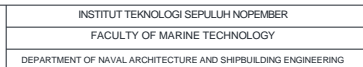
LAMPIRAN C
DESAIN *SAFETY PLAN* SEKOLAH APUNG

OUTBOARD PROFILE

This diagram illustrates the side profile of the vessel, showing the hull structure, deck layout, and the outboard motor. The hull is divided into sections by vertical dashed lines, indicating structural divisions. The outboard motor is shown at the stern, mounted on a transom. The diagram is a technical line drawing, likely used for structural analysis or design documentation.

FIRE PLAN DISCREPANCY		
SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION
	FIRE EXTINGUISHER (WATER TYPE) FIRE EXTINGUISHER (CO2 TYPE)	STATIONARY DISCREPANCY STATIONARY DISCREPANCY
	FIRE ALARM PULL STATION	STATIONARY DISCREPANCY STATIONARY DISCREPANCY
	FIRE ALARM CONTROL PANEL (STANDARD)	STATIONARY DISCREPANCY STATIONARY DISCREPANCY
	FIRE ALARM CONTROL PANEL (STANDARD)	STATIONARY DISCREPANCY STATIONARY DISCREPANCY
	FIRE ALARM CONTROL PANEL (STANDARD)	STATIONARY DISCREPANCY STATIONARY DISCREPANCY
	FIRE ALARM CONTROL PANEL (STANDARD)	STATIONARY DISCREPANCY STATIONARY DISCREPANCY
	FIRE ALARM CONTROL PANEL (STANDARD)	STATIONARY DISCREPANCY STATIONARY DISCREPANCY
	FIRE ALARM CONTROL PANEL (STANDARD)	STATIONARY DISCREPANCY STATIONARY DISCREPANCY
	FIRE ALARM CONTROL PANEL (STANDARD)	STATIONARY DISCREPANCY STATIONARY DISCREPANCY

LENGTH OF OVERALL	:	76.2 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR	:	76.2 m
MOULDED BREADTH	:	21.336 m
MOULDED DEPTH	:	4.267 m
MOULDED DRAUGHT	:	3.29 m
BLOCK COEFFICIENT	:	0.882
NUMBER OF PASSENGERS	:	316 PERSONS



SCALE : 1 : 200	SIGNATURE	
DRAWN BY : DANA PUTRI SARIRA		Reg. No.: 4112100079
APPROVED BY : 1.Ir. Wasli D. A. M.Sc., Ph.D 2.Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.		A3

LAMPIRAN D
PERHITUNGAN TITIK BERAT KAPAL

PENYEBARAN BANGUNAN ATAS DAN PERLENGKAPAN

Dari perhitungan sebelumnya telah diperoleh berat kapal kosong tiap station (40 station) sehingga penyebaran berat kapal kosong dapat dihitung sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 q(x) &= W(x)/hs && \text{ton/m} \\
 \text{dima} & && \\
 \text{na:} & && \\
 W(x) &= \text{Berat kapal kosong tiap station [ton]} \\
 hs &= \text{jarak station [m]} \\
 &= Lwl/40 && ; Lwl = 76.20 \text{ m} \\
 &= 1.814 && \text{m}
 \end{aligned}$$

Penyebaran Berat Equipment dan Outfitting

$$\begin{aligned}
 1. W_{E\&O} \text{ Accomodation} &= \frac{275.86}{5} && \text{ton} \\
 &= 55.172 && \\
 \text{- Poop deck} &= \frac{179.23}{4} && \text{ton} \\
 &= 44.8075 && \\
 \text{- Pass deck} &= \frac{96.631}{1} && \text{ton} \\
 &= 96.631 &&
 \end{aligned}$$

3. W E&O Ujung kapal

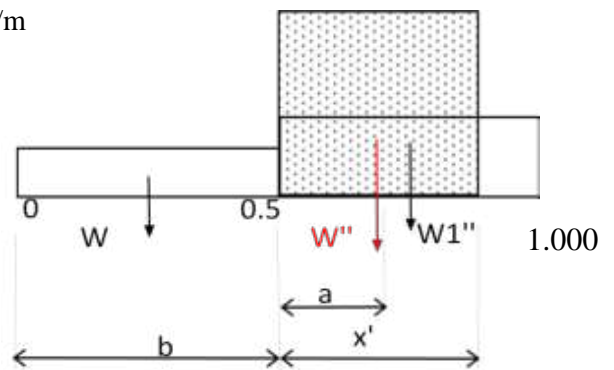
Peralatan disini termasuk didalamnya : jangkar, *cable howser*, *windlass*, *capstans*, *bollards* dan *steering gear*.

3.1 Ujung belakang kapal

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{10.94 * 2 * L^2}{10^4} && \text{ton ; } L = L_{pp} \\
 &= 12.704 && \text{ton} \\
 l &= 9 && \text{m} \\
 q &= 1.412 && \text{ton/m}
 \end{aligned}$$

Beban di depan St.4

$$\begin{aligned}
 W' &= q * x' \\
 x' &= 1.684 && \text{m} \\
 \text{maka} & && \\
 W' &= 2.377 && \text{ton}
 \end{aligned}$$



Beban didistribusikan ke dalam st.0 s/d st. 1.

$$\begin{aligned}
 2 W'' a &= W1'' * b - W2'' * b \\
 W'' * b &= W1'' * b + W2'' * b && + \\
 \hline
 W'' (2a + b) &= 2 W1'' * b \\
 W1'' &= \frac{W'' (2a + b)}{(2b)} \\
 \\
 2 W'' a &= W1'' * b - W2'' * b \\
 W'' * b &= W1'' * b + W2'' * b && - \\
 \hline
 \end{aligned}$$

$$W'' (2a - b) = -2 W_2'' * b$$

$$W_2'' = W'' (b - 2a) / (2b)$$

dima
na

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 0.842 \text{ m}$$

$$b = L_{pp}/40$$

$$= 1.814 \text{ m, sehingga ;}$$

$$W_2' = 0.09 \text{ ton}$$

$$q = 0.047 \text{ ton / m}$$

$$W_1' = 2.29 \text{ ton}$$

$$q = 1.263 \text{ ton / m}$$

Tabel Pembebanan Peralatan di Ujung Belakang Kapal

Station	q (ton/m)	q rata (ton/m)	q dist. (ton/m)	q total (ton/m)	lengan	momen
0	1.412					
		1.412		1.412	-37.186	-52.49143
1	1.412					0
		1.412		1.412	-35.371	-49.93036
2	1.412					0
		1.412		1.412	-33.557	-47.3693
3	1.412					0
		1.412	1.263	2.675	-31.743	-84.90542
4	1.412					0
		0.000	0.047	0.047	-29.928	-1.407976
5	0.000					

$$S = 6.96$$

$$W = 12.621 \text{ ton}$$

$$VCG = 5.267 \text{ m}$$

$$LCG = -18.7067 \text{ m}$$

$$-236.1045$$

3.1 Ujung depan kapal

$$W = 43.75 L^2 / 10^4 \text{ ton ; } L = L_{pp}$$

$$= 25.4032 \text{ ton}$$

$$l = 9.70 \text{ ton}$$

$$q = 2.61888 \text{ ton/m}$$

Beban di belakang st. 37

$$W' = q * x'$$

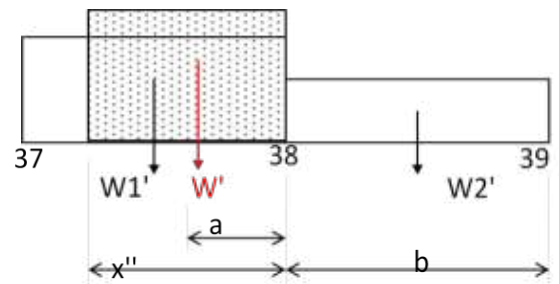
$$x' = 1.173 \text{ m}$$

maka

$$W' = 3.072 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st.18 s/d st. 20.

$$\begin{aligned}
 W' &= W1' + W2' \\
 W'(-a) &= W1'(-1/2)b + W2'(1/2)b \\
 -2W'a &= -W1'*b + W2'*b \\
 W'*b &= W1'*b + W2'*b \\
 \hline
 W'(-2a-b) &= -2W1'*b \\
 W1'' &= W''(2a+b)/(2b) \\
 \\
 -2W'a &= -W1'*b + W2'*b \\
 W'*b &= W1'*b + W2'*b \\
 \hline
 W'(-2a+b) &= 2W2'*b \\
 W2' &= W'(b-2a)/(2b)
 \end{aligned}$$



dimana

$$\begin{aligned}
 a &= \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x' \\
 &= 0.587 \text{ m} \\
 b &= Lwl/40 \\
 &= 1.814 \text{ m}
 \end{aligned}$$

sehingga

$$\begin{aligned}
 W2' &= 0.543 \text{ ton} & q &= 0.299 \text{ ton/m} \\
 W1' &= 2.529 \text{ ton} & q &= 1.394 \text{ ton/m}
 \end{aligned}$$

Tabel Pembebanan Peralatan di Ujung Belakang Kapal

Station	q (ton/m)	q rata (ton/m)	q dist. (ton/m)	q total (ton/m)	lengan	momen
36	0.000					
		0.000	0.299	0.299	28.129	8.4173516
37	2.619					
		2.61888	1.394	4.013	29.943	120.15681
38	2.619					
		2.61888		2.619	31.757	83.168835
39	2.619					
		2.61888		2.619	33.572	87.920239
40	2.619					
		2.61888		2.619	35.386	92.671643
41	2.619					
		2.619		2.619	37.200	97.423047
42	2.619					

$$\begin{aligned}
 S &= 14.79 & 489.75793 \\
 W &= 26.829 \text{ ton} & 33.119453 \\
 VCG &= 5.267 \text{ m} \\
 LCG &= 71.21945 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. W E&O Tengah kapal

Peralatan disini termasuk didalamnya :

- Refrigeration plant.
- Davits, boats and live crafts plus mounting.
- Railings, gangway, ladder, stairs, ladders, doors, (outside accomodation area), manhole cover.
- Fire – fighting equipment, CO2 system, fire proofing.
- Pipes, valves, and sounding equipment (outside the engine room and accomodation area).
- Hold ventilation system.
- Nautical devices and electronic apparatus, signaling system.
- Boatwain 's inventory.

Penyebaran Berat

$$\begin{aligned} W &= 332.330 && \text{ton} \\ l &= 57.5 && \text{m} \\ q &= 5.7796598 && \text{ton/m} \end{aligned}$$

Beban di belakang st. 5

$$\begin{aligned} W' &= q * x' \\ x' &= 0.145 && \text{m} \end{aligned}$$

maka

$$W' = 0.838 \quad \text{ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st.4 s/d st. 6.

$$\begin{aligned} W' &= W1' + W2' \\ W' (-a) &= W1' (-1/2) b + W2' (1/2) b \\ - 2 W' a &= - W1' * b + W2' * b \\ W' * b &= W1' * b + W2' * b && - \\ \hline W' (-2a - b) &= - 2 W1' * b \\ W1' &= \frac{W' (2a + b)}{(2b)} \\ - 2 W' a &= - W1' * b + W2' * b \\ W' * b &= W1' * b + W2' * b && + \\ \hline W' (-2a + b) &= 2 W2' * b \\ &= \\ W2' &= \frac{W' (b - 2a)}{(2b)} \end{aligned}$$

dimana

$$\begin{aligned} a &= \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x' \\ &= 0.073 && \text{m} \\ b &= Lwl/40 \\ &= 1.814 && \text{m} \end{aligned}$$

sehingga

$$W2' = 0.386 \quad \text{ton} \qquad q = 0.213 \quad \text{ton / m}$$

$$W1' = 0.453 \text{ ton} \quad q = 0.249 \text{ ton / m}$$

Beban di depan st. 36

$$W'' = q * x''$$

$$x'' = 0.656 \text{ m, maka ;}$$

$$W'' = 3.791 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st.17 s/d st. 19.

$$2 W'' a = W1'' * b - W2'' * b$$

$$W'' * b = \frac{W1'' * b + W2'' * b}{b} +$$

$$\frac{W'' (2a + b)}{b} = 2 W1'' * b$$

$$W1'' = \frac{W'' (2a + b)}{(2b)}$$

$$2 W'' a = \frac{W1'' * b - W2'' * b}{b}$$

$$W'' * b = \frac{W1'' * b + W2'' * b}{b} -$$

$$W'' (2a - b) = -2 W2'' * b$$

$$W2'' = \frac{W'' (b - 2a)}{(2b)}$$

dimana

$$a = 0.328 \text{ m, sehingga :}$$

$$W2' = 1.210 \text{ ton} \quad q = 0.667 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 2.581 \text{ ton} \quad q = 1.423 \text{ ton / m}$$

Tabel Pembebanan Peralatan di Tengah Kapal

Station	q (ton/m)	q rata (ton/m)	q dist. (ton/m)	q total (ton/m)	lengan	momen
4	0					
		0	0.249	0.249	-29.928	-7.464652
5	5.780					
		5.780	0.213	5.992	-28.114	-168.464
6	5.780					
		5.780		5.780	-26.300	-152.0038
7	5.780					
		5.780		5.780	-24.486	-141.5179
8	5.780					
		5.780		5.780	-22.671	-131.0319
9	5.780					
		5.780		5.780	-20.857	-120.546
10	5.780					
		5.780		5.780	-19.043	-110.06
11	5.780					

		5.780		5.780	-17.228	-99.57404
12	5.780					
		5.780		5.780	-15.414	-89.08809
13	5.780					
		5.780		5.780	-13.600	-78.60213
14	5.780					
		5.780		5.780	-11.786	-68.11618
15	5.780					
		5.780		5.780	-9.971	-57.63023
16	5.780					
		5.780		5.780	-8.157	-47.14427
17	5.780					
		5.780		5.780	-6.343	-36.65832
18	5.780					
		5.780		5.780	-4.528	-26.17236
19	5.780					
		5.780		5.780	-2.714	-15.68641
20	5.780					
		5.780		5.780	-0.900	-5.200455
21	5.780					
		5.780		5.780	0.914	5.2854989
22	5.780					
		5.780		5.780	2.729	15.771453
23	5.780					
		5.780		5.780	4.543	26.257407
24	5.780					
		5.780		5.780	6.357	36.743361
25	5.780					
		5.780		5.780	8.172	47.229316
26	5.780					
		5.780		5.780	9.986	57.71527
27	5.780					
		5.780		5.780	11.800	68.201224
28	5.780					
		5.780		5.780	13.615	78.687178
29	5.780					
		5.780		5.780	15.429	89.173133
30	5.780					
		5.780		5.780	17.243	99.659087
31	5.780					
		5.780		5.780	19.057	110.14504
32	5.780					
		5.780		5.780	20.872	120.631
33	5.780					

		5.780		5.780	22.686	131.11695
34	5.780					
		5.780		5.780	24.500	141.6029
35	5.780					
		5.780	0.667	6.447	26.315	169.64281
36	5.780					
		0.000	1.423	1.423	28.129	40.018541
37	0.000					

$$S = 181.721 \quad -117.0805$$

$$W = 329.694 \text{ ton}$$

$$VCG = 4.267 \text{ m}$$

$$LCG = 37.74488 \text{ m}$$

II.2.5. Penyebaran Berat Penumpang

$$\text{Berat penumpang} = 53.72 \text{ ton}$$

$$\text{Panjang } passenger$$

$$deck = 57.50 \text{ m}$$

$$q = 0.93 \text{ ton/m}$$

$$r = 0.178 \text{ ton / m}^3$$

Beban di belakang st. 5

Beban didistribusikan ke station 7 s/d st. 9

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 0.15 \text{ m (panjang kons. dibelakang st. 7)}$$

maka

$$W' = 0.14 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 0 s/d st. 2.

$$W' = W1' + W2'$$

$$W' (-a) = W1' (-1/2) b + W2' (1/2) b$$

$$- 2 W' a = - W1' * b + W2' * b$$

$$W' * b = W1' * b + W2' * b$$

$$W' (-2a - b)$$

$$) = - 2 W1' * b$$

$$W1' = W' (2a + b) / (2b)$$

$$W2' = W' - W1'$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 0.073 \text{ m}$$

$$b = Lwl/20$$

$$= 1.81 \text{ m}$$

sehingga

$$\begin{aligned} W2' &= 0.06 \text{ ton} & q &= 0.03 \text{ ton / m} \\ W1' &= 0.07 \text{ ton} & q &= 0.04 \text{ ton / m} \end{aligned}$$

Beban di depan st.14

$$W'' = q * x''$$

dimana

$$x'' = 1.62 \text{ m (panjang di depan st. 14)}$$

maka

$$W'' = 1.5135 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 13 s/d st. 15

$$W'' = W1'' + W2''$$

$$W''(a) = W1''(1/2)b + W2''(-1/2)b$$

$$2 W'' a = W1'' * b - W2'' * b$$

$$W'' * b = W1'' * b + W2'' * b \quad +$$

$$\frac{W''(2a + b)}{b} = 2 W1''$$

$$W1'' = W''(2a + b) / (2b)$$

$$W2'' = W'' - W1''$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x''$$

$$= 0.81000 \text{ m}$$

$$b = Lwl/20$$

$$= 1.81 \text{ m}$$

sehingga

$$\begin{aligned} W2' &= 0.0810 \text{ ton} & q &= 0.0447 \text{ ton / m} \\ W1' &= 1.4325 \text{ ton} & q &= 0.7895 \text{ ton / m} \end{aligned}$$

Station	q (ton/m)	qrata	q(dist.)	q (total)	Lengan	Momen
4	0.00					
		0.00	0.0403	0.04	-29.928	-1.207
5	0.93					
		0.93	0.034	0.97	-28.114	-27.232
6	0.93					
		0.93		0.93	-26.300	-24.571
7	0.93					
		0.93		0.93	-24.486	-22.876
8	0.93					
		0.93		0.93	-22.671	-21.181
9	0.93					

		0.93		0.93	-20.857	-19.486
10	0.93					
		0.93		0.93	-19.043	-17.791
11	0.93					
		0.93		0.93	-17.228	-16.096
12	0.93					
		0.93		0.93	-15.414	-14.401
13	0.93					
		0.93		0.93	-13.600	-12.706
14	0.93					
		0.93		0.93	-11.786	-11.011
15	0.93					
		0.93		0.93	-9.971	-9.316
16	0.93					
		0.93		0.93	-8.157	-7.621
17	0.93					
		0.93		0.93	-6.343	-5.926
18	0.93					
		0.93		0.93	-4.528	-4.231
19	0.93					
		0.93		0.93	-2.714	-2.536
20	0.93					
		0.93		0.93	-0.900	-0.841
21	0.93					
		0.93		0.93	0.914	0.854
22	0.93					
		0.93		0.93	2.729	2.549
23	0.93					
		0.93		0.93	4.543	4.244
24	0.93					
		0.93		0.93	6.357	5.939
25	0.93					
		0.93		0.93	8.172	7.634
26	0.93					
		0.93		0.93	11.800	11.024
28	0.93					
		0.93		0.93	13.615	12.719
29	0.93					
		0.93		0.93	15.429	14.415
30	0.93					
		0.93		0.93	17.243	16.110
31	0.93					
		0.93		0.93	19.057	17.805
32	0.93					

		0.93		0.93	20.872	19.500
33	0.93					
		0.93		0.93	22.686	21.195
34	0.93					
		0.93		0.93	24.500	22.890
35	0.93					
		0.93	0.0447	0.98	26.315	25.760
36	0.93					
		0.00	0.790	0.79	28.129	22.209
37	0.00					
S =				29.87		-4.848
						-0.162

$$W = S \times h = 54.19 \text{ ton} \quad LCG = 37.937714 \text{ m}$$

$$VCG = 5.467 \text{ m}$$

II.2.5. Penyebaran Berat Provision & store

Penyebaran Berat

$$W = 17.486 \text{ ton}$$

$$l = 57.5 \text{ m}$$

$$q = 0.3040994 \text{ ton/m}$$

Beban di belakang st. 5

$$W' = q \times x'$$

$$x' = 0.145 \text{ m}$$

maka

$$W' = 0.044 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st.4 s/d st. 6.

$$W' = W1' + W2'$$

$$W'(-a) = W1'(-1/2)b + W2'(1/2)b$$

$$-2W'a = -W1' \cdot b + W2' \cdot b$$

$$W' \cdot b = W1' \cdot b + W2' \cdot b \quad -$$

$$W'(-2a - b) = -2W1' \cdot b$$

$$W1' = W'(2a + b) / (2b)$$

$$-2W'a = -W1' \cdot b + W2' \cdot b$$

$$W' \cdot b = W1' \cdot b + W2' \cdot b \quad +$$

$$W'(-2a + b) = 2W2' \cdot b$$

$$W2' = W'(b - 2a) / (2b)$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 0.073 \text{ m}$$

$$b = Lwl/40$$

$$= 1.814 \text{ m}$$

sehingga

$$\begin{aligned} W2' &= 0.020 \text{ ton} & q &= 0.011 \text{ ton / m} \\ W1' &= 0.024 \text{ ton} & q &= 0.013 \text{ ton / m} \end{aligned}$$

Beban di depan st. 36

$$\begin{aligned} W'' &= q * x'' \\ x'' &= 0.656 \text{ m, maka ;} \\ W'' &= 0.199 \text{ ton} \end{aligned}$$

Beban didistribusikan ke dalam st.17 s/d st. 19.

$$\begin{aligned} 2 W'' a &= W1'' * b - W2'' * b \\ W'' * b &= W1'' * b + W2'' * b & + \\ \hline W'' (2a + b) &= 2 W1'' * b \\ W1'' &= \frac{W'' (2a + b)}{(2b)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2 W'' a &= W1'' * b - W2'' * b \\ W'' * b &= W1'' * b + W2'' * b & - \\ \hline W'' (2a - b) &= -2 W2'' * b \\ W2'' &= \frac{W'' (b - 2a)}{(2b)} \end{aligned}$$

dimana

$$a = 0.328 \text{ m, sehingga :}$$

$$\begin{aligned} W2' &= 0.064 \text{ ton} & q &= 0.035 \text{ ton / m} \\ W1' &= 0.136 \text{ ton} & q &= 0.075 \text{ ton / m} \end{aligned}$$

Tabel Pembebanan Peralatan di Tengah Kapal

Station	q (ton/m)	q rata (ton/m)	q dist. (ton/m)	q total (ton/m)	lengan	momen
4	0					
		0	0.013	0.013	-29.928	-0.392756
5	0.304					
		0.304	0.011	0.315	-28.114	-8.863809
6	0.304					
		0.304		0.304	-26.300	-7.997749
7	0.304					
		0.304		0.304	-24.486	-7.446025
8	0.304					
		0.304		0.304	-22.671	-6.894302
9	0.304					
		0.304		0.304	-20.857	-6.342579
10	0.304					
		0.304		0.304	-19.043	-5.790856
11	0.304					

		0.304		0.304	-17.228	-5.239133
12	0.304					
		0.304		0.304	-15.414	-4.68741
13	0.304					
		0.304		0.304	-13.600	-4.135686
14	0.304					
		0.304		0.304	-11.786	-3.583963
15	0.304					
		0.304		0.304	-9.971	-3.03224
16	0.304					
		0.304		0.304	-8.157	-2.480517
17	0.304					
		0.304		0.304	-6.343	-1.928794
18	0.304					
		0.304		0.304	-4.528	-1.377071
19	0.304					
		0.304		0.304	-2.714	-0.825347
20	0.304					
		0.304		0.304	-0.900	-0.273624
21	0.304					
		0.304		0.304	0.914	0.2780989
22	0.304					
		0.304		0.304	2.729	0.829822
23	0.304					
		0.304		0.304	4.543	1.3815452
24	0.304					
		0.304		0.304	6.357	1.9332684
25	0.304					
		0.304		0.304	8.172	2.4849915
26	0.304					
		0.304		0.304	9.986	3.0367147
27	0.304					
		0.304		0.304	11.800	3.5884378
28	0.304					
		0.304		0.304	13.615	4.140161
29	0.304					
		0.304		0.304	15.429	4.6918842
30	0.304					
		0.304		0.304	17.243	5.2436073
31	0.304					
		0.304		0.304	19.057	5.7953305
32	0.304					
		0.304		0.304	20.872	6.3470536
33	0.304					

		0.304		0.304	22.686	6.8987768
34	0.304					
		0.304		0.304	24.500	7.4504999
35	0.304					
		0.304	0.035	0.339	26.315	8.9258323
36	0.304					
		0.000	0.075	0.075	28.129	2.1055934
37	0.304					

S =

9.561

-6.160244

W =

17.347

ton

VCG =

5.467

m

LCG =

37.74488

m

Tabel Perhitungan Titik Berat Interior Sekolah Apung

NO	Item Name	Quantity	Weight (TON)	LCG	VCG	TCG
X-1						
1	T-1	1	0.0064	27.8588	-8.5525	4.648
2	T-2	1	0.0064	28.8588	-8.5525	4.648
3	T-3	1	0.0064	29.8588	-8.5525	4.648
4	T-4	1	0.0064	30.8588	-8.5525	4.648
5	T-5	1	0.0064	31.8588	-8.5525	4.648
6	T-6	1	0.0064	32.8588	-8.5525	4.648
7	T-7	1	0.0064	27.8588	-7.3025	4.648
8	T-8	1	0.0064	28.8588	-7.3025	4.648
9	T-9	1	0.0064	29.8588	-7.3025	4.648
10	T-10	1	0.0064	30.8588	-7.3025	4.648
11	T-11	1	0.0064	31.8588	-7.3025	4.648
12	T-12	1	0.0064	32.8588	-7.3025	4.648
13	T-13	1	0.0064	27.8588	-6.0525	4.648
14	T-14	1	0.0064	28.8588	-6.0525	4.648
15	T-15	1	0.0064	29.8588	-6.0525	4.648
16	T-16	1	0.0064	30.8588	-6.0525	4.648
17	T-17	1	0.0064	31.8588	-6.0525	4.648
18	T-18	1	0.0064	32.8588	-6.0525	4.648
19	T-19	1	0.0064	27.8588	-4.8025	4.648
20	T-20	1	0.0064	28.8588	-4.8025	4.648
21	T-21	1	0.0064	29.8588	-4.8025	4.648
22	T-22	1	0.0064	30.8588	-4.8025	4.648
23	T-23	1	0.0064	31.8588	-4.8025	4.648
24	T-24	1	0.0064	32.8588	-4.8025	4.648
25	T-25	1	0.0064	27.8588	-3.5525	4.648
26	T-26	1	0.0064	28.8588	-3.5525	4.648
27	T-27	1	0.0064	29.8588	-3.5525	4.648
28	T-28	1	0.0064	30.8588	-3.5525	4.648
29	T-29	1	0.0064	27.8588	-2.3025	4.648
30	T-30	1	0.0064	28.8588	-2.3025	4.648
31	T-31	1	0.0064	29.8588	-2.3025	4.648
32	T-32	1	0.0064	30.8588	-2.3025	4.648
33	Teacher's	1	0.0862	34.644	-8.0525	4.648
34	Teacher's seat	1	0.00762	35.158	-8.0575	4.7525
35	Locker	1	0.026	34.9976	-1.841	4.694
36	Whiteboard	1	0.01263	35.994	-5.418	5.767
X-2						
1	T-1	1	0.0064	18.8588	-8.5525	4.648
2	T-2	1	0.0064	19.8588	-8.5525	4.648
3	T-3	1	0.0064	20.8588	-8.5525	4.648

NO	Item Name	Quantity	Weight (TON)	LCG	VCG	TCG
4	T-4	1	0.0064	21.8588	-8.5525	4.648
5	T-5	1	0.0064	22.8588	-8.5525	4.648
6	T-6	1	0.0064	23.8588	-8.5525	4.648
7	T-7	1	0.0064	18.8588	-7.3025	4.648
8	T-8	1	0.0064	19.8588	-7.3025	4.648
9	T-9	1	0.0064	20.8588	-7.3025	4.648
10	T-10	1	0.0064	21.8588	-7.3025	4.648
11	T-11	1	0.0064	22.8588	-7.3025	4.648
12	T-12	1	0.0064	23.8588	-7.3025	4.648
13	T-13	1	0.0064	18.8588	-6.0525	4.648
14	T-14	1	0.0064	19.8588	-6.0525	4.648
15	T-15	1	0.0064	20.8588	-6.0525	4.648
16	T-16	1	0.0064	21.8588	-6.0525	4.648
17	T-17	1	0.0064	22.8588	-6.0525	4.648
18	T-18	1	0.0064	23.8588	-6.0525	4.648
19	T-19	1	0.0064	18.8588	-4.8025	4.648
20	T-20	1	0.0064	19.8588	-4.8025	4.648
21	T-21	1	0.0064	20.8588	-4.8025	4.648
22	T-22	1	0.0064	21.8588	-4.8025	4.648
23	T-23	1	0.0064	22.8588	-4.8025	4.648
24	T-24	1	0.0064	23.8588	-4.8025	4.648
25	T-25	1	0.0064	18.8588	-3.5525	4.648
26	T-26	1	0.0064	19.8588	-3.5525	4.648
27	T-27	1	0.0064	20.8588	-3.5525	4.648
28	T-28	1	0.0064	21.8588	-3.5525	4.648
29	T-29	1	0.0064	18.8588	-2.3025	4.648
30	T-30	1	0.0064	19.8588	-2.3025	4.648
31	T-31	1	0.0064	20.8588	-2.3025	4.648
32	T-32	1	0.0064	21.8588	-2.3025	4.648
33	Teacher's	1	0.0862	25.644	-8.0525	4.648
34	Teacher's seat	1	0.00762	26.158	-8.0575	4.7525
35	Locker	1	0.026	25.9976	-1.841	4.694
36	Whiteboard	1	12.63	26.994	-5.418	5.767
X-3						
1	T-1	1	0.0064	48.8588	8.5525	4.648
2	T-2	1	0.0064	49.8588	8.5525	4.648
3	T-3	1	0.0064	50.8588	8.5525	4.648
4	T-4	1	0.0064	51.8588	8.5525	4.648
5	T-5	1	0.0064	52.8588	8.5525	4.648
6	T-6	1	0.0064	53.8588	8.5525	4.648
7	T-7	1	0.0064	48.8588	7.3025	4.648
8	T-8	1	0.0064	49.8588	7.3025	4.648

NO	Item Name	Quantity	Weight (TON)	LCG	VCG	TCG
9	T-9	1	0.0064	50.8588	7.3025	4.648
10	T-10	1	0.0064	51.8588	7.3025	4.648
11	T-11	1	0.0064	52.8588	7.3025	4.648
12	T-12	1	0.0064	53.8588	7.3025	4.648
13	T-13	1	0.0064	48.8588	6.0525	4.648
14	T-14	1	0.0064	49.8588	6.0525	4.648
15	T-15	1	0.0064	50.8588	6.0525	4.648
16	T-16	1	0.0064	51.8588	6.0525	4.648
17	T-17	1	0.0064	52.8588	6.0525	4.648
18	T-18	1	0.0064	53.8588	6.0525	4.648
19	T-19	1	0.0064	48.8588	4.8025	4.648
20	T-20	1	0.0064	49.8588	4.8025	4.648
21	T-21	1	0.0064	50.8588	4.8025	4.648
22	T-22	1	0.0064	51.8588	4.8025	4.648
23	T-23	1	0.0064	52.8588	4.8025	4.648
24	T-24	1	0.0064	53.8588	4.8025	4.648
25	T-25	1	0.0064	48.8588	3.5525	4.648
26	T-26	1	0.0064	49.8588	3.5525	4.648
27	T-27	1	0.0064	50.8588	3.5525	4.648
28	T-28	1	0.0064	51.8588	3.5525	4.648
29	T-29	1	0.0064	48.8588	2.3025	4.648
30	T-30	1	0.0064	49.8588	2.3025	4.648
31	T-31	1	0.0064	50.8588	2.3025	4.648
32	T-32	1	0.0064	51.8588	2.3025	4.648
33	Teacher's	1	0.0862	55.644	8.0525	4.648
34	Teacher's seat	1	0.00762	56.158	8.0575	4.7525
35	Locker	1	0.026	55.9976	1.841	4.694
36	Whiteboard	1	0.01263	56.994	5.418	5.767
XI A1						
1	T-1	1	0.0064	49.3588	8.5525	7.048
2	T-2	1	0.0064	50.3588	8.5525	7.048
3	T-3	1	0.0064	51.3588	8.5525	7.048
4	T-4	1	0.0064	52.3588	8.5525	7.048
5	T-5	1	0.0064	53.3588	8.5525	7.048
6	T-6	1	0.0064	54.3588	8.5525	7.048
7	T-7	1	0.0064	49.3588	7.3025	7.048
8	T-8	1	0.0064	50.3588	7.3025	7.048
9	T-9	1	0.0064	51.3588	7.3025	7.048
10	T-10	1	0.0064	52.3588	7.3025	7.048
11	T-11	1	0.0064	53.3588	7.3025	7.048
12	T-12	1	0.0064	54.3588	7.3025	7.048
13	T-13	1	0.0064	49.3588	6.0525	7.048

NO	Item Name	Quantity	Weight (TON)	LCG	VCG	TCG
14	T-14	1	0.0064	50.3588	6.0525	7.048
15	T-15	1	0.0064	51.3588	6.0525	7.048
16	T-16	1	0.0064	52.3588	6.0525	7.048
17	T-17	1	0.0064	53.3588	6.0525	7.048
18	T-18	1	0.0064	54.3588	6.0525	7.048
19	T-19	1	0.0064	49.3588	4.8025	7.048
20	T-20	1	0.0064	50.3588	4.8025	7.048
21	T-21	1	0.0064	51.3588	4.8025	7.048
22	T-22	1	0.0064	52.3588	4.8025	7.048
23	T-23	1	0.0064	53.3588	4.8025	7.048
24	T-24	1	0.0064	54.3588	4.8025	7.048
25	T-25	1	0.0064	49.3588	3.5525	7.048
26	T-26	1	0.0064	50.3588	3.5525	7.048
27	T-27	1	0.0064	51.3588	3.5525	7.048
28	T-28	1	0.0064	52.3588	3.5525	7.048
29	T-29	1	0.0064	49.3588	2.3025	7.048
30	T-30	1	0.0064	50.3588	2.3025	7.048
31	T-31	1	0.0064	51.3588	2.3025	7.048
32	T-32	1	0.0064	52.3588	2.3025	7.048
33	Teacher's	1	0.0862	56.144	8.0525	7.048
34	Teacher's seat	1	0.00762	56.658	8.0575	7.1525
35	Locker	1	0.026	56.4976	1.841	7.094
36	Whiteboard	1	0.01263	57.494	5.418	8.167
XI A2						
1	T-1	1	0.0064	58.3588	8.5525	7.048
2	T-2	1	0.0064	59.3588	8.5525	7.048
3	T-3	1	0.0064	60.3588	8.5525	7.048
4	T-4	1	0.0064	61.3588	8.5525	7.048
5	T-5	1	0.0064	62.3588	8.5525	7.048
6	T-6	1	0.0064	63.3588	8.5525	7.048
7	T-7	1	0.0064	58.3588	7.3025	7.048
8	T-8	1	0.0064	59.3588	7.3025	7.048
9	T-9	1	0.0064	60.3588	7.3025	7.048
10	T-10	1	0.0064	61.3588	7.3025	7.048
11	T-11	1	0.0064	62.3588	7.3025	7.048
12	T-12	1	0.0064	63.3588	7.3025	7.048
13	T-13	1	0.0064	58.3588	6.0525	7.048
14	T-14	1	0.0064	59.3588	6.0525	7.048
15	T-15	1	0.0064	60.3588	6.0525	7.048
16	T-16	1	0.0064	61.3588	6.0525	7.048
17	T-17	1	0.0064	62.3588	6.0525	7.048
18	T-18	1	0.0064	63.3588	6.0525	7.048

NO	Item Name	Quantity	Weight (TON)	LCG	VCG	TCG
19	T-19	1	0.0064	58.3588	4.8025	7.048
20	T-20	1	0.0064	59.3588	4.8025	7.048
21	T-21	1	0.0064	60.3588	4.8025	7.048
22	T-22	1	0.0064	61.3588	4.8025	7.048
23	T-23	1	0.0064	62.3588	4.8025	7.048
24	T-24	1	0.0064	63.3588	4.8025	7.048
25	T-25	1	0.0064	58.3588	3.5525	7.048
26	T-26	1	0.0064	59.3588	3.5525	7.048
27	T-27	1	0.0064	60.3588	3.5525	7.048
28	T-28	1	0.0064	61.3588	3.5525	7.048
29	T-29	1	0.0064	58.3588	2.3025	7.048
30	T-30	1	0.0064	59.3588	2.3025	7.048
31	T-31	1	0.0064	60.3588	2.3025	7.048
32	T-32	1	0.0064	61.3588	2.3025	7.048
33	Teacher's	1	0.0862	65.144	8.0525	7.048
34	Teacher's seat	1	0.00762	65.658	8.0575	7.1525
35	Locker	1	0.026	65.4976	1.841	7.094
36	Whiteboard	1	0.01263	66.494	5.418	8.167
XI S						
1	T-1	1	0.0064	58.3588	-8.5525	7.048
2	T-2	1	0.0064	59.3588	-8.5525	7.048
3	T-3	1	0.0064	60.3588	-8.5525	7.048
4	T-4	1	0.0064	61.3588	-8.5525	7.048
5	T-5	1	0.0064	62.3588	-8.5525	7.048
6	T-6	1	0.0064	63.3588	-8.5525	7.048
7	T-7	1	0.0064	58.3588	-7.3025	7.048
8	T-8	1	0.0064	59.3588	-7.3025	7.048
9	T-9	1	0.0064	60.3588	-7.3025	7.048
10	T-10	1	0.0064	61.3588	-7.3025	7.048
11	T-11	1	0.0064	62.3588	-7.3025	7.048
12	T-12	1	0.0064	63.3588	-7.3025	7.048
13	T-13	1	0.0064	58.3588	-6.0525	7.048
14	T-14	1	0.0064	59.3588	-6.0525	7.048
15	T-15	1	0.0064	60.3588	-6.0525	7.048
16	T-16	1	0.0064	61.3588	-6.0525	7.048
17	T-17	1	0.0064	62.3588	-6.0525	7.048
18	T-18	1	0.0064	63.3588	-6.0525	7.048
19	T-19	1	0.0064	58.3588	-4.8025	7.048
20	T-20	1	0.0064	59.3588	-4.8025	7.048
21	T-21	1	0.0064	60.3588	-4.8025	7.048
22	T-22	1	0.0064	61.3588	-4.8025	7.048
23	T-23	1	0.0064	62.3588	-4.8025	7.048

NO	Item Name	Quantity	Weight (TON)	LCG	VCG	TCG
24	T-24	1	0.0064	63.3588	-4.8025	7.048
25	T-25	1	0.0064	58.3588	-3.5525	7.048
26	T-26	1	0.0064	59.3588	-3.5525	7.048
27	T-27	1	0.0064	60.3588	-3.5525	7.048
28	T-28	1	0.0064	61.3588	-3.5525	7.048
29	T-29	1	0.0064	58.3588	-2.3025	7.048
30	T-30	1	0.0064	59.3588	-2.3025	7.048
31	T-31	1	0.0064	60.3588	-2.3025	7.048
32	T-32	1	0.0064	61.3588	-2.3025	7.048
33	Teacher's	1	0.0862	65.144	-8.0525	7.048
34	Teacher's seat	1	0.00762	65.658	-8.0575	7.1525
35	Locker	1	0.026	65.4976	-1.841	7.094
36	Whiteboard	1	0.01263	66.494	-5.418	8.167
XII A1						
1	T-1	1	0.0064	40.3588	-8.5525	7.048
2	T-2	1	0.0064	41.3588	-8.5525	7.048
3	T-3	1	0.0064	42.3588	-8.5525	7.048
4	T-4	1	0.0064	43.3588	-8.5525	7.048
5	T-5	1	0.0064	44.3588	-8.5525	7.048
6	T-6	1	0.0064	45.3588	-8.5525	7.048
7	T-7	1	0.0064	40.3588	-7.3025	7.048
8	T-8	1	0.0064	41.3588	-7.3025	7.048
9	T-9	1	0.0064	42.3588	-7.3025	7.048
10	T-10	1	0.0064	43.3588	-7.3025	7.048
11	T-11	1	0.0064	44.3588	-7.3025	7.048
12	T-12	1	0.0064	45.3588	-7.3025	7.048
13	T-13	1	0.0064	40.3588	-6.0525	7.048
14	T-14	1	0.0064	41.3588	-6.0525	7.048
15	T-15	1	0.0064	42.3588	-6.0525	7.048
16	T-16	1	0.0064	43.3588	-6.0525	7.048
17	T-17	1	0.0064	44.3588	-6.0525	7.048
18	T-18	1	0.0064	45.3588	-6.0525	7.048
19	T-19	1	0.0064	40.3588	-4.8025	7.048
20	T-20	1	0.0064	41.3588	-4.8025	7.048
21	T-21	1	0.0064	42.3588	-4.8025	7.048
22	T-22	1	0.0064	43.3588	-4.8025	7.048
23	T-23	1	0.0064	44.3588	-4.8025	7.048
24	T-24	1	0.0064	45.3588	-4.8025	7.048
25	T-25	1	0.0064	40.3588	-3.5525	7.048
26	T-26	1	0.0064	41.3588	-3.5525	7.048
27	T-27	1	0.0064	42.3588	-3.5525	7.048
28	T-28	1	0.0064	43.3588	-3.5525	7.048

NO	Item Name	Quantity	Weight (TON)	LCG	VCG	TCG
29	T-29	1	0.0064	40.3588	-2.3025	7.048
30	T-30	1	0.0064	41.3588	-2.3025	7.048
31	T-31	1	0.0064	42.3588	-2.3025	7.048
32	T-32	1	0.0064	43.3588	-2.3025	7.048
33	Teacher's	1	0.0862	47.144	-8.0525	7.048
34	Teacher's seat	1	0.00762	47.658	-8.0575	7.1525
35	Locker	1	0.026	47.4976	-1.841	7.094
36	Whiteboard	1	0.01263	48.494	-5.418	8.167
XII A2						
1	T-1	1	0.0064	49.3588	-8.5525	7.048
2	T-2	1	0.0064	50.3588	-8.5525	7.048
3	T-3	1	0.0064	51.3588	-8.5525	7.048
4	T-4	1	0.0064	52.3588	-8.5525	7.048
5	T-5	1	0.0064	53.3588	-8.5525	7.048
6	T-6	1	0.0064	54.3588	-8.5525	7.048
7	T-7	1	0.0064	49.3588	-7.3025	7.048
8	T-8	1	0.0064	50.3588	-7.3025	7.048
9	T-9	1	0.0064	51.3588	-7.3025	7.048
10	T-10	1	0.0064	52.3588	-7.3025	7.048
11	T-11	1	0.0064	53.3588	-7.3025	7.048
12	T-12	1	0.0064	54.3588	-7.3025	7.048
13	T-13	1	0.0064	49.3588	-6.0525	7.048
14	T-14	1	0.0064	50.3588	-6.0525	7.048
15	T-15	1	0.0064	51.3588	-6.0525	7.048
16	T-16	1	0.0064	52.3588	-6.0525	7.048
17	T-17	1	0.0064	53.3588	-6.0525	7.048
18	T-18	1	0.0064	54.3588	-6.0525	7.048
19	T-19	1	0.0064	49.3588	-4.8025	7.048
20	T-20	1	0.0064	50.3588	-4.8025	7.048
21	T-21	1	0.0064	51.3588	-4.8025	7.048
22	T-22	1	0.0064	52.3588	-4.8025	7.048
23	T-23	1	0.0064	53.3588	-4.8025	7.048
24	T-24	1	0.0064	54.3588	-4.8025	7.048
25	T-25	1	0.0064	49.3588	-3.5525	7.048
26	T-26	1	0.0064	50.3588	-3.5525	7.048
27	T-27	1	0.0064	51.3588	-3.5525	7.048
28	T-28	1	0.0064	52.3588	-3.5525	7.048
29	T-29	1	0.0064	49.3588	-2.3025	7.048
30	T-30	1	0.0064	50.3588	-2.3025	7.048
31	T-31	1	0.0064	51.3588	-2.3025	7.048
32	T-32	1	0.0064	52.3588	-2.3025	7.048
33	Teacher's	1	0.0862	56.144	-8.0525	7.048

NO	Item Name	Quantity	Weight (TON)	LCG	VCG	TCG
34	Teacher's seat	1	0.00762	56.658	-8.0575	7.1525
35	Locker	1	0.026	56.4976	-1.841	7.094
36	Whiteboard	1	0.01263	57.494	-5.418	8.167
XII S						
1	T-1	1	0.0064	40.3588	8.5525	7.048
2	T-2	1	0.0064	41.3588	8.5525	7.048
3	T-3	1	0.0064	42.3588	8.5525	7.048
4	T-4	1	0.0064	43.3588	8.5525	7.048
5	T-5	1	0.0064	44.3588	8.5525	7.048
6	T-6	1	0.0064	45.3588	8.5525	7.048
7	T-7	1	0.0064	40.3588	7.3025	7.048
8	T-8	1	0.0064	41.3588	7.3025	7.048
9	T-9	1	0.0064	42.3588	7.3025	7.048
10	T-10	1	0.0064	43.3588	7.3025	7.048
11	T-11	1	0.0064	44.3588	7.3025	7.048
12	T-12	1	0.0064	45.3588	7.3025	7.048
13	T-13	1	0.0064	40.3588	6.0525	7.048
14	T-14	1	0.0064	41.3588	6.0525	7.048
15	T-15	1	0.0064	42.3588	6.0525	7.048
16	T-16	1	0.0064	43.3588	6.0525	7.048
17	T-17	1	0.0064	44.3588	6.0525	7.048
18	T-18	1	0.0064	45.3588	6.0525	7.048
19	T-19	1	0.0064	40.3588	4.8025	7.048
20	T-20	1	0.0064	41.3588	4.8025	7.048
21	T-21	1	0.0064	42.3588	4.8025	7.048
22	T-22	1	0.0064	43.3588	4.8025	7.048
23	T-23	1	0.0064	44.3588	4.8025	7.048
24	T-24	1	0.0064	45.3588	4.8025	7.048
25	T-25	1	0.0064	40.3588	3.5525	7.048
26	T-26	1	0.0064	41.3588	3.5525	7.048
27	T-27	1	0.0064	42.3588	3.5525	7.048
28	T-28	1	0.0064	43.3588	3.5525	7.048
29	T-29	1	0.0064	40.3588	2.3025	7.048
30	T-30	1	0.0064	41.3588	2.3025	7.048
31	T-31	1	0.0064	42.3588	2.3025	7.048
32	T-32	1	0.0064	43.3588	2.3025	7.048
33	Teacher's	1	0.0862	47.144	8.0525	7.048
34	Teacher's seat	1	0.00762	47.658	8.0575	7.1525
35	Locker	1	0.026	47.4976	1.841	7.094
36	Whiteboard	1	0.01263	48.494	5.418	8.167
LIBRARY						
1	BR1-1	1	0.026	16.31	8.238	4.917

NO	Item Name	Quantity	Weight (TON)	LCG	VCG	TCG
2	BR1-2	1	0.026	16.31	6.818	4.917
3	BR1-3	1	0.026	16.31	5.398	4.917
4	BR1-4	1	0.026	16.31	3.978	4.917
5	BR2-1	1	0.026	18.13	9.058	4.917
6	BR2-2	1	0.026	19.55	9.058	4.917
7	BR2-3	1	0.026	20.97	9.058	4.917
8	BR2-4	1	0.026	22.39	9.058	4.917
9	BR2-5	1	0.026	23.81	9.058	4.917
10	BR2-6	1	0.026	25.23	9.058	4.917
11	BR2-7	1	0.026	26.65	9.058	4.917
12	BR2-8	1	0.026	28.07	9.058	4.917
13	BR2-9	1	0.026	29.49	9.058	4.917
14	BR3-1	1	0.026	30.89	8.238	4.917
15	BR3-2	1	0.026	30.89	6.818	4.917
16	BR3-3	1	0.026	30.89	5.398	4.917
17	BR3-4	1	0.026	30.89	3.978	4.917
18	BR4-1	1	0.026	18.13	8.138	4.917
19	BR4-2	1	0.026	19.55	8.138	4.917
20	BR4-3	1	0.026	20.97	8.138	4.917
21	BR4-4	1	0.026	22.39	8.138	4.917
22	BR4-5	1	0.026	23.81	8.138	4.917
23	BR4-6	1	0.026	25.23	8.138	4.917
24	BR4-7	1	0.026	26.65	8.138	4.917
25	BR4-8	1	0.026	28.07	8.138	4.917
26	BR4-9	1	0.026	29.49	8.138	4.917
27	BR5-1	1	0.026	18.13	7.918	4.917
28	BR5-2	1	0.026	19.55	7.918	4.917
29	BR5-3	1	0.026	20.97	7.918	4.917
30	BR5-4	1	0.026	22.39	7.918	4.917
31	BR5-5	1	0.026	23.81	7.918	4.917
32	BR5-6	1	0.026	25.23	7.918	4.917
33	BR5-7	1	0.026	26.65	7.918	4.917
34	BR5-8	1	0.026	28.07	7.918	4.917
35	BR5-9	1	0.026	29.49	7.918	4.917
36	LT-1	1	0.0585	19.485	6.4001	4.722
37	LT-2	1	0.0585	22.315	6.4001	4.722
38	LT-3	1	0.0585	25.145	6.4001	4.722
39	LT-4	1	0.0585	27.975	6.4001	4.722
40	LT-5	1	0.0585	19.485	4.083	4.722
41	LT-6	1	0.0585	22.315	4.083	4.722
42	LT-7	1	0.0585	25.145	4.083	4.722
43	LT-8	1	0.0585	27.975	4.083	4.722

NO	Item Name	Quantity	Weight (TON)	LCG	VCG	TCG
44	LC1-1	1	0.009	18.785	7.093	4.677
45	LC1-2	1	0.009	19.485	7.093	4.677
46	LC1-3	1	0.009	20.185	7.093	4.677
47	LC1-4	1	0.009	18.785	5.7072	4.677
48	LC1-5	1	0.009	19.485	5.7072	4.677
49	LC1-6	1	0.009	20.185	5.7072	4.677
50	LC2-1	1	0.009	21.615	7.093	4.677
51	LC2-2	1	0.009	22.315	7.093	4.677
52	LC2-3	1	0.009	23.015	7.093	4.677
53	LC2-4	1	0.009	21.615	5.7072	4.677
54	LC2-5	1	0.009	22.315	5.7072	4.677
55	LC2-6	1	0.009	23.015	5.7072	4.677
56	LC3-1	1	0.009	24.445	7.093	4.677
57	LC3-2	1	0.009	25.145	7.093	4.677
58	LC3-3	1	0.009	25.845	7.093	4.677
59	LC3-4	1	0.009	24.445	5.7072	4.677
60	LC3-5	1	0.009	25.145	5.7072	4.677
61	LC3-6	1	0.009	25.845	5.7072	4.677
62	LC4-1	1	0.009	27.275	7.093	4.677
63	LC4-2	1	0.009	27.975	7.093	4.677
64	LC4-3	1	0.009	28.675	7.093	4.677
65	LC4-4	1	0.009	27.275	5.7072	4.677
66	LC4-5	1	0.009	27.975	5.7072	4.677
67	LC4-6	1	0.009	28.675	5.7072	4.677
68	LC5-1	1	0.009	18.785	4.7772	4.677
69	LC5-2	1	0.009	19.485	4.7772	4.677
70	LC5-3	1	0.009	20.185	4.7772	4.677
71	LC5-4	1	0.009	18.785	3.3914	4.677
72	LC5-5	1	0.009	19.485	3.3914	4.677
73	LC5-6	1	0.009	20.185	3.3914	4.677
74	LC6-1	1	0.009	21.615	4.7772	4.677
75	LC6-2	1	0.009	22.315	4.7772	4.677
76	LC6-3	1	0.009	23.015	4.7772	4.677
77	LC6-4	1	0.009	21.615	3.3914	4.677
78	LC6-5	1	0.009	22.315	3.3914	4.677
79	LC6-6	1	0.009	23.015	3.3914	4.677
80	LC7-1	1	0.009	24.445	4.7772	4.677
81	LC7-2	1	0.009	25.145	4.7772	4.677
82	LC7-3	1	0.009	25.845	4.7772	4.677
83	LC7-4	1	0.009	24.445	3.3914	4.677
84	LC7-5	1	0.009	25.145	3.3914	4.677
85	LC7-6	1	0.009	25.845	3.3914	4.677

NO	Item Name	Quantity	Weight (TON)	LCG	VCG	TCG
86	LC8-1	1	0.009	27.275	4.7772	4.677
87	LC8-2	1	0.009	27.975	4.7772	4.677
88	LC8-3	1	0.009	28.675	4.7772	4.677
89	LC8-4	1	0.009	27.275	3.3914	4.677
90	LC8-5	1	0.009	27.975	3.3914	4.677
91	LC8-6	1	0.009	28.675	3.3914	4.677
92	LS-1	1	0.04536	19.7647	2.038	4.597
93	LS-2	1	0.04536	21.7647	2.038	4.597
94	LS-3	1	0.04536	23.7647	2.038	4.597
95	LS-4	1	0.04536	25.7647	2.038	4.597
96	LS-5	1	0.04536	27.7647	2.038	4.597
CANTEEN						
1	Tableset-1	1	0.1733	16.15	-3.168	7.122
2	Tableset-2	1	0.1733	16.15	-5.568	7.122
3	Tableset-3	1	0.1733	16.15	-7.968	7.122
SCIENCE LAB						
1	LabT-1	1	0.1134	39.8676	7.095	4.717
2	LabT-2	1	0.1134	41.7822	7.095	4.717
3	LabT-3	1	0.1134	43.6968	7.095	4.717
4	LabT-4	1	0.1134	45.6114	7.095	4.717
5	LabT-5	1	0.1429	39.8676	5.418	4.717
6	LabT-6	1	0.1429	41.7822	5.418	4.717
7	LabT-7	1	0.1429	43.6968	5.418	4.717
8	LabT-8	1	0.1429	45.6114	5.418	4.717
9	LabT-9	1	0.1134	39.8676	3.741	4.717
10	LabT-10	1	0.1134	41.7822	3.741	4.717
11	LabT-11	1	0.1134	43.6968	3.741	4.717
12	LabT-12	1	0.1134	45.6114	3.741	4.717
13	LabC-1	1	0.002	39.1756	7.6853	4.492
14	LabC-2	1	0.002	41.09	7.6853	4.492
15	LabC-3	1	0.002	43.0044	7.6853	4.492
16	LabC-4	1	0.002	44.9188	7.6853	4.492
17	LabC-5	1	0.002	39.1756	7.0373	4.492
18	LabC-6	1	0.002	41.09	7.0373	4.492
19	LabC-7	1	0.002	43.0044	7.0373	4.492
20	LabC-8	1	0.002	44.9188	7.0373	4.492
21	LabC-9	1	0.002	39.1756	6.3893	4.492
22	LabC-10	1	0.002	41.09	6.3893	4.492
23	LabC-11	1	0.002	43.0044	6.3893	4.492
24	LabC-12	1	0.002	44.9188	6.3893	4.492
25	LabC-13	1	0.002	39.1756	5.7413	4.492
26	LabC-14	1	0.002	41.09	5.7413	4.492

NO	Item Name	Quantity	Weight (TON)	LCG	VCG	TCG
27	LabC-15	1	0.002	43.0044	5.7413	4.492
28	LabC-16	1	0.002	44.9188	5.7413	4.492
29	LabC-17	1	0.002	39.1756	5.0933	4.492
30	LabC-18	1	0.002	41.09	5.0933	4.492
31	LabC-19	1	0.002	43.0044	5.0933	4.492
32	LabC-20	1	0.002	44.9188	5.0933	4.492
33	LabC-21	1	0.002	39.1756	4.4453	4.492
34	LabC-22	1	0.002	41.09	4.4453	4.492
35	LabC-23	1	0.002	43.0044	4.4453	4.492
36	LabC-24	1	0.002	44.9188	4.4453	4.492
37	LabC-25	1	0.002	39.1756	3.7973	4.492
38	LabC-26	1	0.002	41.09	3.7973	4.492
39	LabC-27	1	0.002	43.0044	3.7973	4.492
40	LabC-28	1	0.002	44.9188	3.7973	4.492
41	LabC-29	1	0.002	39.1756	3.1493	4.492
42	LabC-30	1	0.002	41.09	3.1493	4.492
43	LabC-31	1	0.002	43.0044	3.1493	4.492
44	LabC-32	1	0.002	44.9188	3.1493	4.492
45	Teacher's desk	1	0.1429	47.068	7.9581	4.717
46	Teacher's seat	1	0.002	47.6511	8.3714	4.492
47	Whiteboard	1	0.01263	47.994	5.418	5.767
LAB STORAGE						
1	Lab Locker-1	1	0.12474	31.5	6.968	5.267
2	Lab Locker-2	1	0.12474	32.5	6.968	5.267
3	Lab Locker-3	1	0.12474	33.5	6.968	5.267
4	Lab Locker-4	1	0.12474	34.5	6.968	5.267
5	Lab Locker-5	1	0.12474	31.5	4.468	5.267
6	Lab Locker-6	1	0.12474	32.5	4.468	5.267
7	Lab Locker-7	1	0.12474	33.5	4.468	5.267
8	Lab Locker-8	1	0.12474	34.5	4.468	5.267
9	Lab Locker-9	1	0.12474	31.5	1.968	5.267
10	Lab Locker-10	1	0.12474	32.5	1.968	5.267
11	Lab Locker-11	1	0.12474	33.5	1.968	5.267
12	Lab Locker-12	1	0.12474	34.5	1.968	5.267
COMP LAB						
1	CompDesk-1	1	0.02527	37.2748	-2.8353	4.627
2	CompDesk-2	1	0.02527	37.2748	-3.5853	4.627
3	CompDesk-3	1	0.02527	37.2748	-4.3353	4.627
4	CompDesk-4	1	0.02527	37.2748	-5.0853	4.627
5	CompDesk-5	1	0.02527	37.2748	-5.8353	4.627
6	CompDesk-6	1	0.02527	37.2748	-6.5853	4.627
7	CompDesk-7	1	0.02527	37.2748	-7.3353	4.627

NO	Item Name	Quantity	Weight (TON)	LCG	VCG	TCG
8	CompDesk-8	1	0.02527	37.2748	-8.0853	4.627
9	CompDesk-9	1	0.02527	37.7748	-2.8353	4.627
10	CompDesk-10	1	0.02527	37.7748	-3.5853	4.627
11	CompDesk-11	1	0.02527	37.7748	-4.3353	4.627
12	CompDesk-12	1	0.02527	37.7748	-5.0853	4.627
13	CompDesk-13	1	0.02527	37.7748	-5.8353	4.627
14	CompDesk-14	1	0.02527	37.7748	-6.5853	4.627
15	CompDesk-15	1	0.02527	37.7748	-7.3353	4.627
16	CompDesk-16	1	0.02527	37.7748	-8.0853	4.627
17	CompDesk-17	1	0.02527	41.3296	-2.8353	4.627
18	CompDesk-18	1	0.02527	41.3296	-3.5853	4.627
19	CompDesk-19	1	0.02527	41.3296	-4.3353	4.627
20	CompDesk-20	1	0.02527	41.3296	-5.0853	4.627
21	CompDesk-21	1	0.02527	41.3296	-5.8353	4.627
22	CompDesk-22	1	0.02527	41.3296	-6.5853	4.627
23	CompDesk-23	1	0.02527	41.3296	-7.3353	4.627
24	CompDesk-24	1	0.02527	41.3296	-8.0853	4.627
25	CompDesk-25	1	0.02527	41.8296	-2.8353	4.627
26	CompDesk-26	1	0.02527	41.8296	-3.5853	4.627
27	CompDesk-27	1	0.02527	41.8296	-4.3353	4.627
28	CompDesk-28	1	0.02527	41.8296	-5.0853	4.627
29	CompDesk-29	1	0.02527	41.8296	-5.8353	4.627
30	CompDesk-30	1	0.02527	41.8296	-6.5853	4.627
31	CompDesk-31	1	0.02527	41.8296	-7.3353	4.627
32	CompDesk-32	1	0.02527	41.8296	-8.0853	4.627
33	CompS-1	1	0.00762	37.968	-2.8353	4.7525
34	CompS-2	1	0.00762	37.968	-3.5853	4.7525
35	CompS-3	1	0.00762	37.968	-4.3353	4.7525
36	CompS-4	1	0.00762	37.968	-5.0853	4.7525
37	CompS-5	1	0.00762	37.968	-5.8353	4.7525
38	CompS-6	1	0.00762	37.968	-6.5853	4.7525
39	CompS-7	1	0.00762	37.968	-7.3353	4.7525
40	CompS-8	1	0.00762	37.968	-8.0853	4.7525
41	CompS-9	1	0.00762	38.3346	-2.8353	4.7525
42	CompS-10	1	0.00762	38.3346	-3.5853	4.7525
43	CompS-11	1	0.00762	38.3346	-4.3353	4.7525
44	CompS-12	1	0.00762	38.3346	-5.0853	4.7525
45	CompS-13	1	0.00762	38.3346	-5.8353	4.7525
46	CompS-14	1	0.00762	38.3346	-6.5853	4.7525
47	CompS-15	1	0.00762	38.3346	-7.3353	4.7525
48	CompS-16	1	0.00762	38.3346	-8.0853	4.7525
49	CompS-17	1	0.00762	40.7798	-2.8353	4.7525

NO	Item Name	Quantity	Weight (TON)	LCG	VCG	TCG
50	CompS-18	1	0.00762	40.7798	-3.5853	4.7525
51	CompS-19	1	0.00762	40.7798	-4.3353	4.7525
52	CompS-20	1	0.00762	40.7798	-5.0853	4.7525
53	CompS-21	1	0.00762	40.7798	-5.8353	4.7525
54	CompS-22	1	0.00762	40.7798	-6.5853	4.7525
55	CompS-23	1	0.00762	40.7798	-7.3353	4.7525
56	CompS-24	1	0.00762	40.7798	-8.0853	4.7525
57	CompS-25	1	0.00762	42.3894	-2.8353	4.7525
58	CompS-26	1	0.00762	42.3894	-3.5853	4.7525
59	CompS-27	1	0.00762	42.3894	-4.3353	4.7525
60	CompS-28	1	0.00762	42.3894	-5.0853	4.7525
61	CompS-29	1	0.00762	42.3894	-5.8353	4.7525
62	CompS-30	1	0.00762	42.3894	-6.5853	4.7525
63	CompS-31	1	0.00762	42.3894	-7.3353	4.7525
64	CompS-32	1	0.00762	42.3894	-8.0853	4.7525
65	Teacher's desk	1	0.0862	43.4644	-8.0853	4.717
66	Teacher's seat	1	0.00762	44.1627	-8.0853	4.7525
67	Whiteboard	1	0.01263	44.994	-5.418	5.767
68	Rack	1	0.02672	44.69	-2.003	5.177
ARCHIVE ROOM						
1	Desk	1	0.0862	46.0043	-5.0891	4.717
2	Chair	1	0.00762	45.2848	-5.0891	4.7525
3	Locker-1	1	0.035	45.31	-1.903	4.777
4	Locker-2	1	0.035	45.31	-2.373	4.777
5	Locker-3	1	0.035	45.31	-2.843	4.777
6	Locker-4	1	0.035	45.31	-3.313	4.777
7	Locker-5	1	0.035	47.69	-1.903	4.777
8	Locker-6	1	0.035	47.69	-2.373	4.777
9	Locker-7	1	0.035	47.69	-2.843	4.777
10	Locker-8	1	0.035	47.69	-3.313	4.777
COUNSELING ROOM						
1	HMDesk	1	0.0862	46.0043	-0.6906	4.717
2	HMSeat	1	0.0862	47.1411	-2.35	4.717
3	GS-1	1	0.00762	45.2848	-0.6906	4.7525
4	GS-2	1	0.00762	47.1411	-3.0695	4.7525
5	HMLocker	1	0.00762	46.7106	-0.6906	4.7525
TEACHER'S ROOM						
1	TD-1	1	0.0862	51.0987	-3.0513	4.717
2	TD-2	1	0.0862	51.0987	-4.5513	4.717
3	TD-3	1	0.0862	51.0987	-6.0513	4.717
4	TD-4	1	0.0862	51.0987	-7.5513	4.717
5	TD-5	1	0.0862	51.7987	-3.0513	4.717

NO	Item Name	Quantity	Weight (TON)	LCG	VCG	TCG
6	TD-6	1	0.0862	51.7987	-4.5513	4.717
7	TD-7	1	0.0862	51.7987	-6.0513	4.717
8	TD-8	1	0.0862	51.7987	-7.5513	4.717
9	TD-9	1	0.0862	54.6378	-3.0513	4.717
10	TD-10	1	0.0862	54.6378	-4.5513	4.717
11	TD-11	1	0.0862	54.6378	-6.0513	4.717
12	TD-12	1	0.0862	54.6378	-7.5513	4.717
13	TD-13	1	0.0862	55.3378	-3.0513	4.717
14	TD-14	1	0.0862	55.3378	-4.5513	4.717
15	TD-15	1	0.0862	55.3378	-6.0513	4.717
16	TD-16	1	0.0862	55.3378	-7.5513	4.717
17	TD-17	1	0.0862	58.1768	-6.0513	4.717
18	TD-18	1	0.0862	58.1768	-7.5513	4.717
19	TD-19	1	0.0862	58.8768	-6.0513	4.717
20	TD-20	1	0.0862	58.8768	-7.5513	4.717
21	TC-1	1	0.00762	50.3792	-3.0513	4.7525
22	TC-2	1	0.00762	50.3792	-4.5513	4.7525
23	TC-3	1	0.00762	50.3792	-6.0513	4.7525
24	TC-4	1	0.00762	50.3792	-7.5513	4.7525
25	TC-5	1	0.00762	52.5183	-3.0513	4.7525
26	TC-6	1	0.00762	52.5183	-4.5513	4.7525
27	TC-7	1	0.00762	52.5183	-6.0513	4.7525
28	TC-8	1	0.00762	52.5183	-7.5513	4.7525
29	TC-9	1	0.00762	53.9183	-3.0513	4.7525
30	TC-10	1	0.00762	53.9183	-4.5513	4.7525
31	TC-11	1	0.00762	53.9183	-6.0513	4.7525
32	TC-12	1	0.00762	53.9183	-7.5513	4.7525
33	TC-13	1	0.00762	56.0573	-3.0513	4.7525
34	TC-14	1	0.00762	56.0573	-4.5513	4.7525
35	TC-15	1	0.00762	56.0573	-6.0513	4.7525
36	TC-16	1	0.00762	56.0573	-7.5513	4.7525
37	TC-17	1	0.00762	57.4573	-6.0513	4.7525
38	TC-18	1	0.00762	57.4573	-7.5513	4.7525
39	TC-19	1	0.00762	59.5963	-6.0513	4.7525
40	TC-20	1	0.00762	59.5963	-7.5513	4.7525
41	Sofa1	1	0.04536	58.0994	-2.038	4.597
42	Sofa2	1	0.04536	60.0994	-2.038	4.597
43	BBTR	1	0.002	55.25	-1.674	5.067
HEADMASTER'S ROOM						
1	HMDesk	1	0.0862	65.1398	-6.918	4.717
2	HMSeat	1	0.00762	65.8286	-6.918	4.7525
3	GS-1	1	0.00762	64.4282	-6.4055	4.7525

NO	Item Name	Quantity	Weight (TON)	LCG	VCG	TCG
4	GS-2	1	0.00762	64.4282	-7.4305	4.7525
5	HMLocker	1	0.03643	66	-8.968	4.767
STUDENTS' ROOM						
1	Sdesk	1	0.0862	37.601	-8.6258	7.117
2	Schair	1	0.00762	37.601	-7.9361	7.1525
3	SL-1	1	0.03643	39	-8.968	7.167
4	SL-2	1	0.03643	39.3	-6.7412	7.167
5	SL-3	1	0.03643	39.3	-5.5063	7.167
6	BBS	1	0.002	35.494	-5.418	7.467

LAMPIRAN E
PERHITUNGAN *FREEBOARD* KAPAL SESUDAH
KONVERSI

PERHITUNGAN *FREEBOARD* SESUDAH KONVERSI

International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of 1988

Input Data

$$\begin{aligned}
 & 96 \% \text{ Lwl pada} \\
 L &= 0.85H \\
 &= 73.152 \quad \text{m} \\
 L &= L_{pp} \text{ pada } 0.85H \\
 &= 73.152 \quad \text{m} \\
 B &= 21.336 \quad \text{m} \\
 D=H &= 4.267 \quad \text{m} \\
 d_1 &= 85\% H \\
 &= 3.62695 \quad \text{m} \\
 C_B &= \frac{\nabla / (L \cdot B \cdot d_1)}{1} \\
 &= 0.553 \\
 T &= 2.38 \quad \text{m}
 \end{aligned}
 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{diambil} \\ \text{yang terbesar} \end{array} \quad L = 73.152 \quad \text{m}$$

Tipe Kapal = Type B

$$\begin{aligned}
 L_p &= 0 \quad \text{m} \\
 L_f &= 0 \quad \text{m} \\
 S &= L_p + L_f \\
 &= 0.000
 \end{aligned}$$

Perhitungan

=> *Freeboard Standard*

L	Freeboard
73	769
74	784

---> Regulation 28 Table 28.2

---> interpolasi

- $L = 73.152 \quad \text{m}$
- $Fb = 771.28 \quad \text{mm}$

=> *Koreksi*

- Koreksi panjang efektif *superstructure* untuk kapal dengan $L < 100 \quad \text{m}$

--->
Regulation 29

Karena tidak memiliki superstructure (poop dan forecastle tidak selebar kapal) maka tidak perlu koreksi

- Koreksi C_B

--->
Regulation 30

$$C_B = 0.553 > 0.68 \quad \text{---> Tidak ada koreksi}$$

- Koreksi Depth (D)

--->
Regulation 31

$$D = H = 4.267 \quad \text{m}$$

$$L/15 = 4.8768 \quad \text{---> } D=H < L/15, \text{ Tidak Ada Koreksi}$$

- **Koreksi Sheer**

Karena tidak menggunakan sheer maka tidak perlu koreksi

- **Koreksi Tinggi Superstructure**

Karena tidak memiliki superstructure (poop dan forecastle tidak selebar kapal) maka tidak perlu koreksi

Freeboard Akhir setelah dilakukan koreksi -
koreksi

- **Freeboard Akhir (Fb') =** Fb
= 771.28 mm
= 0.77128 m

=> **Ketinggian Bow Minimum (B_{WM})** ---> Regulation 39

- $C_{B \min} = 0.69$
- $C_B = 0.690$ ---> Actual C_b must not less than 0.69
- $B_{WM} = \frac{56 \cdot L \cdot (1 - L/500) \cdot (1.36 / (C_B + 0.6))}{1000}$
= 2705.8441 mm
= 2.7058441 m

=> **Batasan**

- **Freeboard Sebenarnya**

$$F_{ba} = H - T$$

$$= 1.89 \text{ m} \quad \textbf{Diterima}$$

---> Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Total

LAMPIRAN F
PERHITUNGAN STABILITAS DAN *TRIM* KAPAL
SESUDAH KONVERSI

Loadcase 1

Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS Mom. tonne.m	FSM Type
Lightship	1	964.2	38.590	0.040	4.400	0.000	
Interior							
E&Odepan	1	26.83	71.219	0.000	4.267	0.000	
E&Obelakang	1	12.62	-18.707	0.000	4.267	0.000	
E&Otengah	1	329.7	37.745	0.000	5.467	0.000	
Tank 4/S	0%	0.0000	41.153	2.147	5.298	0.000	Maximum
Tank 4/P	0%	0.0000	41.153	2.147	-5.298	0.000	Maximum
Tank 1/S	0%	0.0000	72.306	2.986	5.264	0.000	Maximum
Tank 1/P	0%	0.0000	72.306	2.986	-5.264	0.000	Maximum
Tank 7/S	0%	0.0000	5.406	2.731	5.271	0.000	Maximum
Tank 7/P	0%	0.0000	5.406	2.731	-5.271	0.000	Maximum
	Total Weight=	1359	LCG=38.409	VCG=- 0.020	TCG=4.676	0	
				FS corr.=0			
				VCG fluid=-0.02			

Loadcase 2

Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS Mom. tonne.m	FSM Type
Lightship	1	964.2	38.590	0.040	4.400	0.000	
Interior							
E&Odepan	1	26.83	71.219	0.000	4.267	0.000	
E&Obelakang	1	12.62	-18.707	0.000	4.267	0.000	
E&Otengah	1	329.7	37.745	0.000	5.467	0.000	
Passenger	1	53.72	37.938	0.000	5.467	0.000	
Store&Provision	1	17.49	37.745	0.000	5.467	0.000	
Tank 4/S	0%	0.0000	41.153	2.147	5.298	0.000	Maximum

Tank 4/P	0%	0.0000	41.153	2.147	-5.298	0.000	Maximum
Tank 1/S	0%	0.0000	72.306	2.986	5.264	0.000	Maximum
Tank 1/P	0%	0.0000	72.306	2.986	-5.264	0.000	Maximum
Tank 7/S	0%	0.0000	5.406	2.731	5.271	0.000	Maximum
Tank 7/P	0%	0.0000	5.406	2.731	-5.271	0.000	Maximum
	Total Weight=	1430	LCG=38.383	VCG=-0.019	TCG=4.716	0	
				FS corr.=0			
				VCG fluid=-0.019			

Loadcase 3

<i>Item Name</i>	Quantity	Weight t tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS Mom. tonne.m	FSM Type
Lightship	1	964.2	38.590	0.040	4.400	0.000	
Interior							
E&Odepan	1	26.83	71.219	0.000	4.267	0.000	
E&Obelakang	1	12.62	-18.707	0.000	4.267	0.000	
E&Otengah	1	329.7	37.745	0.000	5.467	0.000	
Passenger	1	53.72	37.938	0.000	5.467	0.000	
Store&Provisio n	1	17.49	37.745	0.000	5.467	0.000	
Tank 4/S	50%	289.3	41.153	1.086	5.262	1295.328	Maximum
Tank 4/P	50%	243.1	41.153	1.086	-5.262	1088.075	Maximum
Tank 1/S	50%	86.48	71.774	2.297	5.216	689.744	Maximum
Tank 1/P	50%	86.48	71.774	2.297	-5.216	689.744	Maximum
Tank 7/S	50%	139.0	6.206	1.892	5.230	942.968	Maximum

							m
Tank 7/P	50%	139.0	6.206	1.892	-5.230	942.968	Maximum
	Total Weight =	2413	LCG=37.681	VCG=0.611	TCG=2.895	5648.825	
				FS corr.=2.341			
				VCG fluid=2.951			

Loadcase 4

Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS Mom. tonne. m	FSM Type
Lightship	1	964.2	38.590	0.040	4.400	0.000	
Interior							
E&Odepan	1	26.83	71.219	0.000	4.267	0.000	
E&Obelakang	1	12.62	-18.707	0.000	4.267	0.000	
E&Otengah	1	329.7	37.745	0.000	5.467	0.000	
Passenger	1	53.72	37.938	0.000	5.467	0.000	
Store&Provision	1	17.49	37.745	0.000	5.467	0.000	
Tank 4/S	100%	578.7	41.153	2.147	5.298	0.000	Maximum
Tank 4/P	100%	486.1	41.153	2.147	-5.298	0.000	Maximum
Tank 1/S	100%	173.0	72.306	2.986	5.264	0.000	Maximum
Tank 1/P	100%	173.0	72.306	2.986	-5.264	0.000	Maximum
Tank 7/S	100%	278.0	5.406	2.731	5.271	0.000	Maximum

							m
Tank 7/P	100%	278.0	5.406	2.731	-5.271	0.000	Maximum
	Total Weight =	3397	LCG=37.309	VCG=1.416	TCG=2.130	0	
				FS corr.=0			
				VCG fluid=1.416			

Data Equilibrium

Loadcase 1		
Equilibrium Condition		
1	Draft Amidsh. m	0.976
2	Displacement tonne	1359
3	Heel to Starboard degrees	7.3
4	Draft at FP m	1.016
5	Draft at AP m	0.937
6	Draft at LCF m	0.976
7	Trim (+ve by stern) m	-0.079
8	WL Length m	71.694
9	WL Beam m	18.708
10	Wetted Area m ²	1314.23
11	Waterpl. Area m ²	1204.31
12	Prismatic Coeff.	0.856
13	Block Coeff.	0.44
14	Midship Area Coeff.	0.515
15	Waterpl. Area Coeff.	0.898
16	LCB from zero pt. m	38.409
17	LCF from zero pt. m	38.286
18	KB m	0.256
19	KG fluid m	-0.02
20	BMt m	25.747
21	BML m	325.093
22	GMt corrected m	26.588
23	GML corrected m	325.934
24	KMt m	26.004
25	KML m	325.349

Loadcase 2		
Equilibrium Condition		
1	Draft Amidsh. m	1.731
2	Displacement tonne	2413
3	Heel to Starboard degrees	7.7
4	Draft at FP m	1.669
5	Draft at AP m	1.792
6	Draft at LCF m	1.731
7	Trim (+ve by stern) m	0.123
8	WL Length m	76.11
9	WL Beam m	21.108
10	Wetted Area m ²	1623.6
11	Waterpl. Area m ²	1448.36
12	Prismatic Coeff.	0.829
13	Block Coeff.	0.476
14	Midship Area Coeff.	0.574
15	Waterpl. Area Coeff.	0.902
16	LCB from zero pt. m	37.679
17	LCF from zero pt. m	37.909
18	KB m	0.727
19	KG fluid m	2.951
20	BMt m	22.612
21	BML m	245.716
22	GMt corrected m	20.773
23	GML corrected m	243.877
24	KMt m	23.339
25	KML m	246.443

26	Immersion (TPc) tonne/cm	12.347
27	MTc tonne.m	58.122
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	630.534
29	Max deck inclination deg	7.3
30	Trim angle (+ve by stern) deg	-0.1

26	Immersion (TPc) tonne/cm	14.849
27	MTc tonne.m	77.239
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	874.934
29	Max deck inclination deg	7.7
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.1

Loadcase 3

Equilibrium Condition		
1	Draft Amidsh. m	1.427
2	Displacement tonne	1962
3	Heel to Starboard degrees	7
4	Draft at FP m	1.574
5	Draft at AP m	1.281
6	Draft at LCF m	1.429
7	Trim (+ve by stern) m	-0.293
8	WL Length m	74.082
9	WL Beam m	20.986
10	Wetted Area m ²	1540.88
11	Waterpl. Area m ²	1398.62
12	Prismatic Coeff.	0.802
13	Block Coeff.	0.452
14	Midship Area Coeff.	0.564
15	Waterpl. Area Coeff.	0.9
16	LCB from zero pt. m	39.129
17	LCF from zero pt. m	38.498
18	KB m	0.57
19	KG fluid m	1.495
20	BMt m	26.359
21	BML m	276.576
22	GMt corrected m	25.823
23	GML corrected m	276.041
24	KMt m	26.928
25	KML m	277.146
26	Immersion (TPc) tonne/cm	14.339
27	MTc tonne.m	71.091
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	884.432

Loadcase 4

Equilibrium Condition		
1	Draft Amidsh. m	2.38
2	Displacement tonne	3397
3	Heel to Starboard degrees	6.9
4	Draft at FP m	2.235
5	Draft at AP m	2.526
6	Draft at LCF m	2.382
7	Trim (+ve by stern) m	0.291
8	WL Length m	76.201
9	WL Beam m	21.494
10	Wetted Area m ²	1788.97
11	Waterpl. Area m ²	1541.81
12	Prismatic Coeff.	0.831
13	Block Coeff.	0.553
14	Midship Area Coeff.	0.666
15	Waterpl. Area Coeff.	0.941
16	LCB from zero pt. m	37.309
17	LCF from zero pt. m	37.801
18	KB m	1.143
19	KG fluid m	1.416
20	BMt m	17.662
21	BML m	201.381
22	GMt corrected m	17.633
23	GML corrected m	201.351
24	KMt m	18.805
25	KML m	202.524
26	Immersion (TPc) tonne/cm	15.807
27	MTc tonne.m	89.754
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1045.27

29	Max deck inclination deg	7
30	Trim angle (+ve by stern) deg	-0.2

29	Max deck inclination deg	6.9
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.2

Hasil Pemeriksaan Stabilitas

No	Criteria	Value	Unit	Actual condition			
				1	2	3	4
1	Area 0 to 30 shall be greater than (>)	3.1513	m.deg	37.846	34.488	33.835	38.523
2	Area 0 to 40 shall be greater than (>)	5.1566	m.deg	75.538	71.171	57.229	64.642
3	Area 30 to 40 shall be greater than (>)	1.7189	m.deg	37.692	36.683	23.395	26.119
4	Max GZ at 30 or greater	0.2	m	3.87	3.774	2.482	2.629
5	Angle of maximum GZ shall not be less than	25	deg	180	180	180	30.7
6	Initial GMt shall be greater than	0.15	m	36.689	37.939	21.46	17.451
7	Passanger crowding : angle of equilibrium Angle of steady heel shall be less than	10	deg	7.6	7.9	7.4	6.5
8	Turning: angle of equilbirium Angle of steady heel shall be less than	10	deg	7.6	7.9	7.4	6.5
				PASS	PASS	PASS	PASS

Hasil Pemeriksaan Kondisi *Trim*

NO.	CRITERIA	LOADCASE			
		1	2	3	4
1	Draft Amidsh. m	0.98	1.73	1.43	2.38
2	Displacement tonne	1359.00	2413.00	1962.00	3397.00
3	Heel to Starboard degrees	7.30	7.70	7.00	6.90
4	Draft at FP m	1.02	1.67	1.57	2.24
5	Draft at AP m	0.94	1.79	1.28	2.53
6	Draft at LCF m	0.98	1.73	1.43	2.38
7	Trim (+ve by stern) m	-0.08	0.12	-0.29	0.29
8	WL Length m	71.69	76.11	74.08	76.20
9	WL Beam m	18.71	21.11	20.99	21.49
10	Wetted Area m ²	1314.23	1623.60	1540.88	1788.97
11	Waterpl. Area m ²	1204.31	1448.36	1398.62	1541.81
12	Prismatic Coeff.	0.86	0.83	0.80	0.83
10	Block Coeff.	0.44	0.48	0.45	0.55
14	Midship Area Coeff.	0.52	0.57	0.56	0.67
15	Waterpl. Area Coeff.	0.90	0.90	0.90	0.94
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	38.41	37.68	39.13	37.31
17	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	38.29	37.91	38.50	37.80
18	KB m	0.26	0.73	0.57	1.14
19	KG fluid m	-0.02	2.95	1.50	1.42
20	BMt m	25.75	22.61	26.36	17.66
21	BML m	325.09	245.72	276.58	201.38
22	GMt corrected m	26.59	20.77	25.82	17.63
23	GML corrected m	325.93	243.88	276.04	201.35
24	KMt m	26.00	23.34	26.93	18.81
25	KML m	325.35	246.44	277.15	202.52
26	Immersion (TPc) tonne/cm	12.35	14.85	14.34	15.81
27	MTc tonne.m	58.12	77.24	71.09	89.75
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	630.53	874.93	884.43	1045.27
29	Max deck inclination deg	7.30	7.70	7.00	6.90
30	Trim angle (+ve by stern) deg	-0.10	0.10	-0.20	0.20
	Trim must not exceed (+/- ≤ 0.5% LWL)	PASS	PASS	PASS	PASS

LAMPIRAN G
PERHITUNGAN *TONNAGE*

PERHITUNGAN TONNAGE

International Convention on Tonnage Measurement of Ships, 1969

Input Data

H =	4.267	m	
T =	2.38	m	
V _{Poop} =	2530.368	m ³	
V _{FC} =	1364.198	m ³	
V _{DH} =	0	m ³	
∇			
=	3314.146	m ³	
d =	2.38	m	(moulded draught ditengah-tengah kapal)
D =	4.267	m	(moulded depth ditengah-tengah kapal)
N ₁ =	0	orang	---> jumlah crew didalam satu kabin
N ₂ =	0	orang	---> jumlah crew dan penumpang didalam kabin yang lain

Perhitungan

=> *Gross Tonnage*

- Volume Geladak dibawah Geladak Cuaca

$$V_U = \nabla \cdot ((1.25 \cdot H/T) - 0.115)$$

$$= 7427.239 \text{ m}^3$$

- Volume Ruang Tertutup diatas Geladak Cuaca

$$V_H = V_{\text{poop}} + V_{\text{FC}} + V_{\text{DH}}$$
$$= 3894.566 \text{ m}^3$$

- Total Volume Ruang Tertutup

$$V = V_U + V_H$$
$$= 11321.81 \text{ m}^3$$

- $K_1 = 0.2 + 0.02 \cdot \log V$
$$= 0.281078$$

- $GT = V \cdot K_1$
$$= 3182$$

=> *Net Tonnage*

- Volume Ruang Muat

$$V_c=V_r= \quad 3894.566 \quad m^3$$

- $$K_2= \quad 0.2 + 0.02.\log V_c$$

$$= \quad 0.271809$$

- $$K_3= \quad \left[1.25\right]^{((GT$$

$$+10000)/10000)}$$

$$= \quad 1.341992$$

- $$NT \; = \; K_2 x V_c x \left(\frac{4d}{3D}\right)^2 \; + \; K_3 x \left(N_1 \; + \; \frac{N_2}{10}\right)$$

$$= \quad 1119$$

LAMPIRAN H
PERHITUNGAN BIAYA

PERHITUNGAN BIAYA KONVERSI

Harga Kapal Baru = IDR 10,000,000,000.00

Perhitungan Jam Orang (JO)

Standar Jam orang (JO) PT. DPS

Tahap	JO (kg/jam)	Jumlah Pekerja	Jam Kerja	Efisiensi Kerja (ton/hari)
Fabrikasi	65.08	10	8	5.206
Assembly	62.80	10	8	5.024

Perhitungan Tahap Fabrikasi

Nama Bagian	Ukuran	Berat (ton)	Efisiensi Kerja (ton/hari)	Waktu Kerja (hari)
Pelat geladak	tebal = 7 mm	79.804	5.2064	15.328
Pelat sisi	tebal = 8 mm	35.268	5.2064	6.774
Pelat dinding depan	tebal = 8 mm	11.756	5.2064	2.258
Room Divider	tebal = 7 mm	10.386	5.2064	1.995
TOTAL =				28

Perhitungan Tahap Assembly

Nama Bagian	Ukuran	Berat (ton)	Efisiensi Kerja (ton/hari)	Waktu Kerja (hari)
Pelat geladak	tebal = 7 mm	79.804	5.024	15.885
Pelat sisi	tebal = 8 mm	35.268	5.024	7.020
Pelat dinding depan	tebal = 8 mm	11.756	5.024	2.340
Pelat pemisah ruangan	tebal = 7 mm	10.386	5.024	2.067
TOTAL =				29

Total Lama Pengerjaan = 57 hari

Harga Baja / ton = \$600.00 (krakatau steel)
= IDR 7,980,000

Ship's reparation

No	Item	Unit Quantity		Price/unit	Total Price
		kg	m ²		
1	Selling remaining plates from bullwark	110657.8704		IDR 24,000.00	IDR 2,655,788,889.600
2	Blasting		1623.194	IDR 60,000.00	-IDR 97,391,640.000
3	Hull repainting		1623.194	IDR 27,000.00	-IDR 43,826,238.000
Total					IDR 2,514,571,011.600

Additional plate

No	Item	Plate dimension	Weight (ton)
1	Pelat geladak	tebal = 7 mm	79.803885
2	Pelat sisi	tebal = 8 mm	35.26848
3	Pelat dinding depan	tebal = 8 mm	11.75616
4	Room Divider	tebal = 7 mm	10.38555
		Total	137.214075
		Price of steel/ton	IDR 7,980,000.00
		Total price	IDR 1,094,968,318.50

Floating dock rent

No	Item	Price	Unit		Total Price
			Day	Times	
1	Floating dock rent	IDR 2,250,000.00	57		IDR 128,250,000.00
2	Docking & undocking	IDR 8,550,000.00		2	IDR 17,100,000.00
Total					IDR 145,350,000.00

Core shipbuilding cost

No	Item	Price
1	Ship's cost	-IDR 10,000,000,000.00
2	Reparation cost	2,514,571,011.600
3	Interior cost	-IDR 1,558,169,636.10
4	Additional plate cost	-IDR 1,094,968,318.50
Total		-IDR 10,138,566,943.00

Electricity

No	Item	Price (%) of core cost	Price
1	Electric Power & Acc.	3	IDR 304,157,008.29
2	Lighting eq.	1.5	IDR 152,078,504.15
3	Cable eq.	2.5	IDR 253,464,173.58
4	Electric spare part	0.2	IDR 20,277,133.89
Total			IDR 729,976,819.90

Machinery Part

No	Item	Price (%) of core cost	Price
1	Pipes, Valves, Fittings	2.5	IDR 253,464,173.58
2	Mach.spare part&tools	0.5	IDR 50,692,834.72
3	Other mach	3.5	IDR 354,849,843.01
Total			IDR 659,006,851.30

Construction cost

No	Item	Price (%) of core cost	Price
1	Consumable material, rental equipment & labor	20	IDR 2,027,713,388.60
Total			IDR 2,027,713,388.60

Miscellaneous

No	Item	Price (%) of core cost	Price
1	Firefighting, lifesaving, & safety	1	IDR 101,385,669.43
2	Inspection,survey,sertification	1	IDR 101,385,669.43
Total			IDR 202,771,338.86

Indirect cost

No	Item	Price (%) of core cost	Price
1	Design cost	3	IDR 304,157,008.29
2	Insurance cost	1	IDR 101,385,669.43
3	Freight & warranty cost	2.5	IDR 253,464,173.58
			IDR 659,006,851.30

Summary

No	Item	Price
1	Core shipbuilding cost	IDR 10,138,566,943.00
2	Floating dock rent	IDR 145,350,000.00
3	Electricity	IDR 729,976,819.90
4	Machinery Part	IDR 659,006,851.30
5	Construction cost	IDR 2,027,713,388.60
6	Miscellaneous	IDR 202,771,338.86
7	Indirect cost	IDR 659,006,851.30
Total		IDR 14,562,392,192.95

Tabel Perhitungan Biaya Interior

No	Lokasi	Item	Jumlah	Berat (kg)	Berat total (kg)	Harga per unit	Total Harga
1	Ruang kelas	Meja belajar	288	6.4	1843.2	IDR 557,771.00	IDR 160,638,048.00
		Meja guru	9	86.2	775.8	IDR 5,769,107.00	IDR 51,921,963.00
		Kursi guru	9	7.62	68.58	IDR 596,343.00	IDR 5,367,087.00
		Papan tulis	9	12.63	113.67	IDR 3,242,302.00	IDR 29,180,718.00
		Lemari	9	26	234	IDR 1,178,009.00	IDR 10,602,081.00
				Subtotal	3,035	Subtotal	257,709,897.00
				5% total berat	152	5% total harga	12,885,494.85
				Total	3,187	Total	270,595,391.85
2	Perpustakaan	Rak buku	35	26	910	IDR 1,760,662.00	IDR 61,623,170.00
		Meja	8	58.5	468	IDR 5,697,530.00	IDR 45,580,240.00
		Kursi	48	9	432	IDR 543,986.00	IDR 26,111,328.00
		Sofa	5	45.36	226.8	IDR 2,326,253.00	IDR 11,631,265.00
				Subtotal	2,037	Subtotal	144,946,003.00
				5% total berat	102	5% total harga	7,247,300.15
				Total	2,139	Total	152,193,303.15
3	Laboratorium IPA	Meja lab	8	113.4	907.2	IDR 5,699,518.00	IDR 45,596,144.00
		Meja lab2	4	142.9	571.6	IDR 35,788,368.00	IDR 143,153,472.00
		Meja instruktur	1	142.9	142.9	IDR 31,811,868.00	IDR 31,811,868.00
		Kursi	33	2	66	IDR 145,673.00	IDR 4,807,209.00
		Papan tulis	1	12.63	12.63	IDR 3,242,302.00	IDR 3,242,302.00
				Subtotal	1,700	Subtotal	228,610,995.00
				5% total berat	85	5% total harga	11,430,549.75
				Total	1,785	Total	240,041,544.75
4	Gudang lab.IPA	Lemari	12	124.74	1496.88	IDR 22,874,021.00	IDR 274,488,252.00
				Subtotal	1,497	Subtotal	274,488,252.00

No	Lokasi	Item	Jumlah	Berat (kg) 5% total berat Total	Berat total (kg) 75 1,572	Harga per unit 5% total harga Total	Total Harga 13,724,412.60 288,212,664.60
5	Laboratorium komputer	Meja komputer	32	8.62	275.84	IDR 1,577,345.00	IDR 50,475,040.00
		Kursi	33	7.62	251.46	IDR 596,343.00	IDR 19,679,319.00
		Komputer	33	16.65	549.45	IDR 7,497,161.00	IDR 247,406,313.00
		Meja guru	1	86.2	86.2	IDR 5,769,107.00	IDR 5,769,107.00
		Papan tulis	1	12.63	12.63	IDR 3,242,302.00	IDR 3,242,302.00
		Server rack	1	26.72	26.72	IDR 4,108,918.00	IDR 4,108,918.00
				Subtotal 5% total berat Total	1,202 60 1,262	Subtotal 5% total harga Total	330,680,999.00 16,534,049.95 347,215,048.95
6	Ruang arsip/tata usaha	Meja	1	86.2	86.2	IDR 5,769,107.00	IDR 5,769,107.00
		Kursi	1	7.62	7.62	IDR 596,343.00	IDR 596,343.00
		Locker	8	35	280	IDR 2,339,589.00	IDR 18,716,712.00
				Subtotal 5% total berat Total	374 19 393	Subtotal 5% total harga Total	25,082,162.00 1,254,108.10 26,336,270.10
7	Ruang guru	Meja	20	86.2	1724	IDR 5,769,107.00	IDR 115,382,140.00
		Kursi	20	7.62	152.4	IDR 596,343.00	IDR 11,926,860.00
		Sofa	2	45.36	90.72	IDR 2,326,253.00	IDR 4,652,506.00
				Subtotal 5% total berat Total	1,967 98 2,065	Subtotal 5% total harga Total	131,961,506.00 6,598,075.30 138,559,581.30
8	Ruang kepala sekolah	Meja	1	86.2	86.2	IDR 5,769,107.00	IDR 5,769,107.00
		Kursi	3	7.62	22.86	IDR 596,343.00	IDR 1,789,029.00
		Locker	1	36.43	36.43	IDR 4,214,711.00	IDR 4,214,711.00
				Subtotal	145	Subtotal	11,772,847.00

No	Lokasi	Item	Jumlah	Berat (kg) 5% total berat Total	Berat total (kg) 7 153	Harga per unit 5% total harga Total	Total Harga 588,642.35 12,361,489.35
9	Ruang konseling	Meja	2	86.2	172.4	IDR 5,769,107.00	IDR 11,538,214.00
		Kursi	4	7.62	30.48	IDR 596,343.00	IDR 2,385,372.00
				Subtotal 5% total berat Total	203 10 213	Subtotal 5% total harga Total	13,923,586.00 696,179.30 14,619,765.30
10	Ruang siswa	Meja	1	86.2	86.2	IDR 5,769,107.00	IDR 5,769,107.00
		Kursi	1	7.62	7.62	IDR 596,343.00	IDR 596,343.00
		Locker	3	36.43	109.29	IDR 4,214,711.00	IDR 12,644,133.00
		Papan pengumuman	1	2	2	IDR 431,279.00	IDR 431,279.00
				Subtotal 5% total berat Total	205 10 215	Subtotal 5% total harga Total	19,440,862.00 972,043.10 20,412,905.10
11	Kantin	Set meja makan	3	173.3	519.9	IDR 15,117,991.00	IDR 45,353,973.00
				Subtotal 5% total berat Total	520 26 546	Subtotal 5% total harga Total	45,353,973.00 2,267,698.65 47,621,671.65
			Total Harga Sekolah Apung				IDR 1,558,169,636.10
			Total Berat Sekolah Apung (kg)				13,530.17

BIODATA PENULIS



Dana Putri Sarira. Lahir di Surabaya pada 9 Januari 1994. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar di TK Islam Istiqomah Balikpapan, dilanjutkan pendidikan Sekolah Dasar dan harus berpindah sekolah sebanyak dua kali karena mengikuti pekerjaan orang tua sebelum lulus dari SDN Waru III, kemudian melanjutkan ke SMPN 1 Waru dan SMAN 6 Surabaya. Penulis diterima sebagai mahasiswi di Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan pada tahun 2012 melalui jalur SNMPTN Tulis. Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal.

Email: dana.sarira@hotmail.com